

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis previa a la obtención del título de:
INGENIERA AMBIENTAL E INGENIERO AMBIENTAL

TEMA:
ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRAL DE RESIDUOS
SÓLIDOS EN LA UPS - CAMPUS SUR

AUTORES:
CAROLINA GUAMÁ CONFORME
SANTIAGO FERNANDO ORDÓÑEZ JÁCOME

DIRECTOR:
RENATO GABRIEL SÁNCHEZ PROAÑO

Quito, mayo del 2014

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Carolina Guamá Conforme
C.C. 1719450338

Santiago Fernando Ordóñez Jácome
C.C. 1718332974

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a Dios, a mis padres y hermana. A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy. A mis padres Marcos y Amparo y a mi hermana Evelyn, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

Carolina Guamá Conforme

Dedico esta meta cumplida a mi madre Anita, quien ha sabido complementar su amor y confianza con rectitud. A mi abuelita, hermano, primos, tíos, a Johanna, y a todos los que me apoyaron en los momentos difíciles. A mi papá Méntor, este es el fruto de la dedicación y el amor que me inculcó durante toda su vida.

Santiago Ordóñez Jácome

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Ing. Renato Sánchez, por su gran amistad, dedicación y conocimiento al habernos guiado a lo largo del proyecto, a los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental por brindarnos toda su ciencia y a la Universidad Politécnica Salesiana como institución por abrirnos sus puertas y entregarnos las herramientas necesarias para enfrentar la vida futura.

**Carolina Guamá Conforme
& Santiago Ordóñez Jácome**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	2
PARTE TEÓRICA.....	2
1.1. Caracterización de la zona del proyecto	2
1.2. Residuos sólidos generados en la UPS-Q-SUR	5
1.3. Modelo actual de Gestión de Residuos Sólidos.....	6
1.3.1. Sistema actual de Gestión de Residuos Sólidos en la UPS-Q-SUR.....	7
1.3.2. Sistema actual de contenerización y clasificación de residuos sólidos.....	7
1.4. Tratamiento de residuos sólidos	8
CAPÍTULO 2.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
2.1. Levantamiento de la línea base	10
2.1.1. Determinación del área de influencia.....	10
2.1.2. Población universitaria.....	13
2.2. Selección de metodologías para tratamiento de residuos sólidos.....	14
CAPÍTULO 3.....	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
3.1. Línea base	18
3.1.1. Área de Influencia Directa (AID)	18
3.1.2. Área de Influencia Indirecta (AII).....	19
3.1.3. Componente físico.	19
3.1.4. Componente biótico.	24
3.1.5. Componente socio-económico	26
3.1.6. Proyección de la población universitaria.	28
3.2. Metodologías seleccionadas para el tratamiento de residuos sólidos	31
3.3 Diseño del SGIRS	32
3.3.1. Diseño de sistemas de almacenamiento.	32
3.3.2. Diseño de procesos de recolección.	50
3.3.3. Diseño de sistemas de tratamiento y aprovechamiento.....	77

3.3.4. Diseño de la socialización del proyecto.	81
CONCLUSIONES.....	85
LISTA DE REFERENCIAS	88
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Residuos sólidos con porcentajes pico de generación en la UPS-Q-SUR	5
Tabla 2. Coordenadas de ubicación de la estación meteorológica “El Camal”	20
Tabla 3. Porcentaje de población por grupos de edades en la AZQ	26
Tabla 4. Crecimiento de la población estudiantil UPS-Q-SUR	28
Tabla 5. Proyección de la población universitaria anual de la UPS-Q-SUR	29
Tabla 6. Registro de cálculo de peso y densidad de residuos sólidos, UPS-Q-SUR .	35
Tabla 7. Densidades para los residuos con mayor porcentaje de generación. Bloques y áreas exteriores.....	36
Tabla 8. Datos generales de la UPS-Q-SUR.....	37
Tabla 9. Densidades para los residuos con mayor porcentaje de generación de la cafetería.....	42
Tabla 10. Densidades ponderadas finales de residuos reciclables y comunes de la cafetería.....	43
Tabla 11. Tráfico de individuos dentro de la cafetería.....	43
Tabla 12. Registro de composición de residuos sólidos comunes generados por áreas específicas de la UPS-Q-SUR.....	44
Tabla 13. Sustancias sólidas existentes en los laboratorios del área de Ciencias de la Vida. UPS-Q-SUR	45
Tabla 14. Variante de la composición de residuos sólidos comunes (jardinería y poda) generados por las áreas libres de la UPS-Q-SUR	49
Tabla 15. Personal administrativo y de limpieza de SERPROL CIA. LTDA	52
Tabla 16. Distribución de tiempos de trabajo – Primer piso, bloque A.....	55
Tabla 17. Bodegas de almacenamiento de materiales y equipos de limpieza de SERPROL CIA. LTDA	57
Tabla 18. Registro de control de tiempos de barrido y recolección.....	59
Tabla 19. Tiempos de trayecto y de actividades de recolección y limpieza por cada edificio del campus de la UPS-Q-SUR.....	62
Tabla 20. Horarios diurnos y nocturnos de limpieza de instalaciones.....	67
Tabla 21. Asignación de los edificios del campus a cada subsector de recolección..	71

Tabla 22. Tiempos de trayecto y actividades de recolección por subsector específico	71
Tabla 23. Ganancia semanal por kilogramo de residuo reciclable vendido.....	80
Tabla 24. Contenido del taller de socialización del SGIRS	83
Tabla 25. Plan estratégico de implementación del SGIRS	84

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. PPC de residuos sólidos comunes por fracciones de población en la UPS-Q-SUR.....	6
Figura 2. Esquema del proceso de compostaje	16
Figura 3. Temperatura media mensual (septiembre 2012 – agosto 2013), Estación “El Camal”.....	21
Figura 4. Precipitación media mensual (septiembre 2012 – agosto 2013), Estación “El Camal”	22
Figura 5. Velocidad y dirección media mensual del viento (septiembre 2012 – agosto 2013), Estación “El Camal”	23
Figura 6. Humedad relativa media mensual (septiembre 2012 – agosto 2013), Estación “El Camal”	24
Figura 7. Porcentaje de población por grupos de edades en la AZQ	27
Figura 8. Proyección poblacional de la UPS-Q-SUR	30
Figura 9. Etiqueta para fardos con residuos reciclables segregados	31
Figura 10. Ejemplo de la sectorización del área de estudio	51
Figura 11. Plano de ruta de recolección del bloque A (Planta baja)	75
Figura 12. Flujo del proceso de segregación de residuos sólidos	79
Figura 13. Áreas involucradas en la temática de la capacitación.....	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo1: Condiciones climáticas	94
Anexo 2: Registros para cálculo de número de estudiantes en los edificios del campus sur de la UPS.....	98
Anexo 3: Diseños de contenedores de residuos sólidos comunes y reciclables de espacios interiores.....	105
Anexo 4: Contenedores de residuos sólidos de áreas exteriores.....	108
Anexo 5: Diseños de contenedores para residuos de jardinería y poda.....	110
Anexo 6: Ubicación de subsectores de recolección.....	111
Anexo 7: Mapas de rutas de recolección de residuos sólidos.....	112
Anexo 8: Plano del centro de reciclaje.....	132

RESUMEN

El trabajo trata sobre el estudio y diseño de un Sistema de Gestión Integral para los residuos sólidos generados diariamente en el campus sur de la UPS, con base en un minucioso estudio de las características del sistema de recolección y almacenamiento temporal que se encuentra funcionando actualmente, incluyendo: contenedores y puntos limpios, rutas de recolección, rendimiento de recolección y tiempos de trayecto, entre otras.

Para iniciar se estableció el levantamiento de la línea base, con la determinación de las áreas de influencia del campus, características físicas, meteorológicas, biológicas y socio-económicas de la zona en la que se asienta. Para ello fue necesario el cálculo de la proyección poblacional de 10 años, es decir hasta el año 2023, puesto que es el tiempo mínimo para el cual se debe diseñar un Sistema de Gestión de Residuos Sólidos (SGIRS). Se escogió el diseño de dos contenedores, uno para residuos reciclables y otro para residuos comunes, definiendo su ubicación en aulas, oficinas, exteriores, cafetería y biblioteca de acuerdo al tránsito de individuos y densidades de los residuos generados.

Posteriormente se redefinieron los subsectores de recolección para maximizar la eficiencia de recolección, los cuales hacen el recorrido desde las bodegas de limpieza, hasta finalizar con el proceso de recolección diaria en el sitio de almacenamiento temporal de todos los residuos sólidos (R.S). Y para finalizar se definieron las respectivas actividades de socialización y difusión de lo que sería el nuevo sistema de gestión, además de preparar las respectivas capacitaciones para toda la población universitaria.

ABSTRACT

This paper discusses the study and design of an Integrated Management System for solid waste generated daily in the south campus of Universidad Politécnica Salesiana, based on a thorough study of the characteristics of the collection system and temporary storage that is currently running, including: containers and clean points, collection routes, collection performance and journey times, among others.

To begin, the baseline was established with the determination of the influence areas of the campus, physical, meteorological, biological and socio-economic characteristics of the settling area. The calculation of the population projection of 10 years, until 2023, since it's the minimum time for which the design of the system of Solid Waste Management (SGIRS, by its spanish acronym) was necessary. The design of two containers, one for recyclable waste and one for common waste was chosen, defining its location in classrooms, offices, outdoor, cafeteria and library according to traffic areas and densities of the generated waste.

Subsequently collection subsectors were redefined to maximize collection efficiency, which make the journey from the warehouses to complete the process of daily collection in the temporary storage site for every solid waste. And in the end, the respective socialization activities and diffusion of what would become the new management system, as well as preparing the respective trainings for the whole university population.

INTRODUCCIÓN

En este nuevo siglo, uno de los problemas que han tomado mayor relevancia respecto al cuidado del medio ambiente es la generación desmedida de residuos sólidos (R.S); además, es importante recalcar que la complicación del escenario actual se da por la imposibilidad de aplicar metodologías adecuadas que den a estos residuos un tratamiento y/o confinamiento correcto; así como el aumento de la producción de residuos y, el desconocimiento del tipo de residuos desechados, lo cual puede acarrear afecciones claras a la salud pública y al medio ambiente.

La falta de metodologías apropiadas provoca la inexistencia de un aprovechamiento integral de los residuos.

“Una primera realidad sobre los residuos sólidos municipales es que, básicamente, sólo hay cuatro métodos para manejarlos, los cuales se conocen desde hace miles de años (en sentido literal). Estos métodos son: tirarlos, quemarlos (y luego tirar las cenizas); convertirlos en algo que pueda ser usado de nuevo (es decir reciclarlos) y minimizar desde el principio la cantidad de bienes materiales y de residuos producidos (o sea disminuir la cantidad de basura futura)”.(Careaga, 1993, p. 1).

En la actualidad, la generación de residuos en el Ecuador es de 4,06 millones de toneladas métricas al año y una producción per cápita (PPC) de 0,74 kg. Se estima que para el año 2017 el país generará 5,4 millones de toneladas métricas anuales, por lo que es imperante la existencia de un manejo integral planificado de los residuos a largo plazo (Ministerio del Ambiente, 2013).

Entre los objetivos del trabajo están la recopilación de la información característica del campus universitario de la UPS, la propuesta de un método acorde a la realidad y características de los resultados obtenidos en el análisis previo y como objetivo último destaca el diseño del sistema de gestión tomando en cuenta proyección futura de población, generación de residuos y sus particularidades.

CAPÍTULO 1

PARTE TEÓRICA

1.1. Caracterización de la zona del proyecto

La UPS fue creada con la misión de formar honrados ciudadanos y buenos cristianos, con excelencia humana y académica y la visión que inspira la fe cristiana, aspirando constituirse en una institución educativa de referencia en la búsqueda de la verdad, el desarrollo de la cultura, de la ciencia y tecnología.

Dada su aceptación en nuestro medio y en el país, se creó una nueva estructura que obedece a una Universidad Nacional. Se establece la sede matriz en Cuenca y las sedes en Quito y Guayaquil, involucrando un estilo educativo centrado en el aprendizaje, docencia, investigación y vinculación con la colectividad. La sede Cuenca es dirigida por el Rector, y las sedes Quito y Guayaquil por los Vicerrectores de cada sede (Página Oficial - Universidad Politécnica Salesiana, 2012)

La UPS-Q-SUR, se encuentra ubicada en la Avenida Morán Valverde y Rumichaca s/n, parroquia Chillogallo, del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

El campus sur de la UPS, posee un espacio físico de 4,246 hectáreas dividido en espacios adecuados para el desarrollo educativo, los cuales se describen a continuación:

- Salones de clases (Bloques)
- Laboratorios de Ingeniería Ambiental
- Laboratorios de Ingeniería Civil
- Laboratorios de Ingeniería Electrónica
- Laboratorios de Informática (CECASI-S)
- Oficinas administrativas
- Biblioteca y copiadoras
- Áreas de recreación
- Cafetería
- Centro médico
- Auditorio Padre José Carollo

- **Salones de clase**

Las aulas donde los estudiantes reciben clases se encuentran distribuidas en los 8 bloques que conforman el campus sur:

- 1) Bloque A
- 2) Bloque B
- 3) Bloque C
- 4) Bloque D
- 5) Bloque E
- 6) Bloque F
- 7) Bloque G
- 8) Bloque H

Cada aula está provista con pupitres y pizarras; la mayoría de las aulas cuentan con equipamiento como proyectores digitales que crean un ambiente más interactivo para recibir la materia. Tienen una capacidad aproximada entre 25 a 50 alumnos por aula.

- **Laboratorios de Química, Microbiología, Hidráulica, Aguas Residuales Física y Electrónica**

Existen varios laboratorios en el campus donde se imparten materias como: Química Analítica, Microbiología, Hidráulica, Aguas Residuales, Física, Electrónica, todos se encuentran equipados con material didáctico y tecnológico complementario de manera que se pueda reforzar la teoría impartida en las aulas de clase.

El campus cuenta con los siguientes laboratorios clasificados por carrera:

- **Ingeniería Civil:** Ensayo de Materiales y Mecánica de Suelos, Geotecnia, Vías y Pavimentos, Física.
- **Ingeniería Electrónica:** Laboratorio MPS, Máquinas Eléctricas, Instalaciones Industriales, Electrónica Analógica, Física.
- **Ingeniería Ambiental:** Química Analítica, Microbiología, Hidráulica, Aguas residuales, Física.

- **Laboratorios de Informática (CECASI-S)**

El centro de computación está compuesto por:

- Salas de audiovisuales
- Laboratorios de consulta y trabajos académicos
- Laboratorios informáticos

- **Oficinas administrativas**

Las oficinas administrativas se encuentran centralizadas en parte de los bloques A y B, a su vez estos edificios albergan aulas de clase, generando un mayor contacto con los estudiantes. Los requerimientos y sugerencias de los alumnos pueden ser atendidos con agilidad y eficacia.

- **Biblioteca y copiadoras**

La biblioteca posee mesas de trabajo para actividades de estudio, cuenta con internet y computadoras para búsquedas digitales, los libros pueden ser identificados en el menor tiempo posible. Personal capacitado atiende el lugar de manera que los requerimientos estudiantiles son cumplidos adecuadamente.

- **Áreas de recreación**

El campus de la UPS cuenta con distintas áreas de recreación como: canchas multiuso, canchas de fútbol, basquetbol donde se realizan actividades académicas y de esparcimiento.

- **Cafetería**

Es uno de los sitios de mayor concurrencia, atiende desde 07h30 a 20h00 horas, en su menú de servicio se encuentran alimentos, dulces, comida rápida de manera que la cantidad de residuos generados es considerable y requieren especial atención para ser dispuestos.

- **Centro médico**

El centro médico atiende principalmente a los docentes del campus, está localizado dentro del bloque H, donde funciona el departamento de Pastoral.

- **Auditorio**

El Auditorio tiene una capacidad aproximada de 180 personas, cuenta con audio centralizado, equipamiento audiovisual, proyectores. Es regularmente utilizado pues en él se desarrollan distintas actividades tales como: capacitaciones, defensas de tesis, exposiciones y eventos varios.

1.2. Residuos sólidos generados en la UPS-Q-SUR

Dentro de la universidad los R.S generados en las aulas, auditorio, oficinas, baños, cafetería, canchas, parqueaderos, y áreas verdes son colocados en contenedores ubicados en cada uno de los lugares mencionados y posteriormente son trasladados al sitio de almacenamiento temporal de residuos, donde se conservan hasta cuando sean recogidos por el carro recolector de basura del DMQ.

González y Heredia (2013) realizaron la caracterización de los residuos sólidos del campus sur ateniéndose a la normativa ASTM D 5231-92 “Método de ensayo estándar para la determinación de la composición de residuos sólidos municipales sin procesar” que establece una serie de procedimientos para la cuantificación de los R.S mediante una selección y caracterización manual. De forma que los resultados de los porcentajes pico de generación son mostrados en la tabla presentada a continuación:

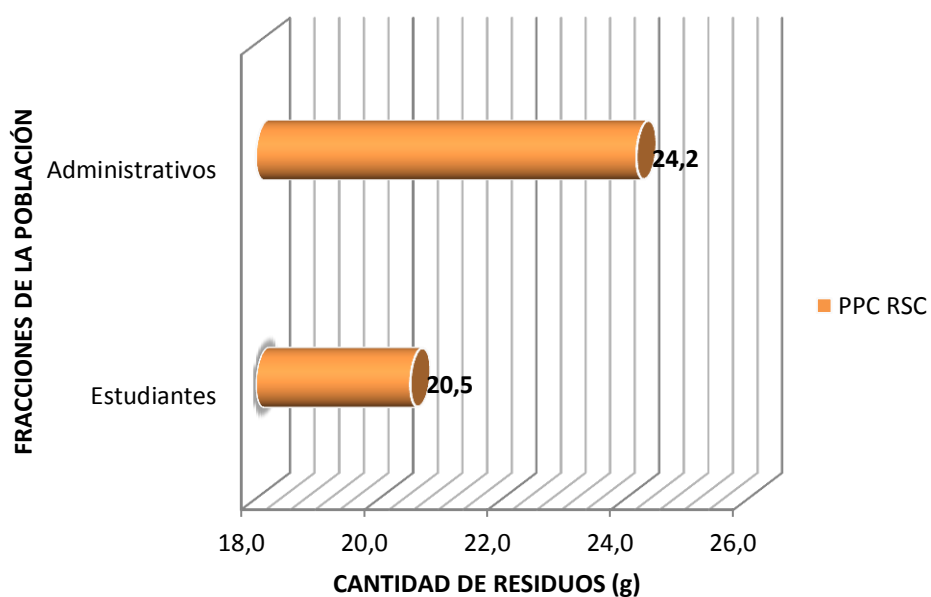
Tabla 1. Residuos sólidos con porcentajes pico de generación en la UPS-Q-SUR

Tipo de Residuo	Porcentaje de generación (%)	Peso Neto (kg/día)	Peso Neto (kg/semana)
Comunes	14,07	18,02	108,12
Plástico	32,56	41,72	250,32
Papel	32,42	41,52	249,12
Vidrio	12,65	16,20	97,20

Fuente: (González & Heredia, 2013, p. 137)

Los resultados del cálculo de la PPC promedio de R.S comunes de acuerdo a la población estudiantil y administrativa se presentan a continuación:

Figura 1. PPC de residuos sólidos comunes por fracciones de población en la UPS-Q-SUR



Fuente: (González & Heredia, 2013, p. 122)

La PPC típica de los R.S comunes de acuerdo al grupo poblacional tiene una diferencia de 3,7 gramos entre los estudiantes y personal administrativo, de manera que el personal administrativo genera un 15% más de R.S durante el desarrollo de sus actividades regulares.

1.3. Modelo actual de Gestión de Residuos Sólidos

La Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS), es la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, tratamiento y disposición final de estos, incluye el seguimiento administrativo, de forma que armonice con los principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y de otras consideraciones ambientales que también responden a las expectativas de la opinión pública (Unicen, Facultad de Ingenierías, 2012).

1.3.1. Sistema actual de Gestión de Residuos Sólidos en la UPS-Q-SUR.

En la UPS-Q-SUR el sistema actual de gestión interna de residuos sólidos es manejado por:

- a) Empresa privada “SERPROL CIA. LTDA.”, cuya oficina principal se ubica en la ciudad de Quito, en la Av. Amazonas 6410 y El Inca, SERPROL CIA. LTDA presta servicios de: limpieza de aulas, oficinas, instalaciones de uso específico y limpieza de baños (González & Heredia, 2013, p. 72).
- b) Departamento de mantenimiento UPS-Q-SUR: Son los designados para efectuar la limpieza y mantenimiento de áreas verdes, jardines, parqueaderos, infraestructura externa en general (González & Heredia, 2013, p. 73).
- c) Actividades de limpieza de la cafetería del campus: Los estudiantes responsables de la administración de la cafetería interna llevan a cabo la limpieza de las instalaciones que incluyen el comedor y las baterías sanitarias (González & Heredia, 2013, p. 73).
- d) Limpieza de los locales de copiadoras y papelería: Dentro del campus funcionan activamente dos centros de copias y papelería. El más grande está ubicado en la segunda planta del bloque A, mientras el más pequeño es “Super Copy” y está localizado junto al departamento de educación física. Ambos locales son gestionados por personal particular, haciéndose ellos responsables por su limpieza (González & Heredia, 2013, p. 73).

El servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos está a cargo de la Empresa Pública Metropolitana de Aseo – EMASEO EP.

1.3.2. Sistema actual de contenerización y clasificación de residuos sólidos.

De la misma forma en que se realiza el proceso de recolección de R.S, se encuentra implementado en la universidad el Sistema de Clasificación de Residuos Sólidos. Esta clasificación es ejecutada por el personal que forma parte de la empresa SERPROL CIA. LTDA.

Los puntos limpios instalados en diferentes puntos del campus se encuentran dispuestos sin un mayor grado de organización dentro de cada bloque y espacios complementarios que forman parte del campus (cafetería, biblioteca). El material del que están compuestos es: plástico para los bloques y metálicos para las áreas exteriores.

Adicionalmente en la universidad existe un lugar de recolección denominado “Punto Limpio”, el cual permite la recuperación de papel-cartón, vidrio y plástico respectivamente (Quitoambiente, 2001).

Entre los inconvenientes a destacar para los puntos limpios están que el volumen de diseño no está de acuerdo a la producción generada por la población universitaria y que no ha sido previamente socializado ni ha tenido una adecuada difusión para así conseguir un cambio en la cultura de generación de residuos, y por consiguiente darles un uso efectivo.

Debido a la falta de capacitación a la población universitaria existe una inconsistencia de colores en los recipientes utilizados para la diferenciación de residuos en áreas internas y externas.

1.4. Tratamiento de residuos sólidos

Los tratamientos de los residuos difieren ampliamente entre las diferentes zonas geográficas donde se realicen, por muchas razones, incluyendo el tipo de material de desecho, las condiciones económicas y técnicas, el uso de la tierra, y la superficie disponible.

A más de los residuos comunes y reciclables, se considera conveniente la inclusión de otros residuos generados en la UPS-Q-SUR (residuos de construcción, residuos comerciales, residuos vegetales de parques y jardines, residuos sanitarios, etc.).

El SGIRS tiene como uno de sus objetivos primordiales la reducción el volumen de los R.S urbanos que se producen, con base en la promoción constante de una cultura de reutilización y reducción de los residuos en la medida de lo posible.

Paralelamente a estas actividades, no se puede dejar de lado la utilización de metodologías de tratamiento que sean adecuadas a los residuos producidos. La mayoría de veces los métodos de tratamiento deben ser combinados entre sí con el fin de obtener mejores resultados, además de que se elaboren planes bien estructurados dentro de los cuales se incluyan estas técnicas y se realice una correcta aplicación de los mismos para alcanzar los resultados esperados.

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Levantamiento de la línea base

Para el levantamiento del diagnóstico o línea base se realizó una observación directa en campo de las áreas de influencia, estos datos fueron facilitados por autoridades de la universidad y datos de fuentes externas como son instituciones estatales entre las cuales se cuentan: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Corporación para el Mejoramiento del Aire (CORPAIRE), Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito (REMMAQ), Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), páginas de internet de dichas instituciones y archivos históricos.

2.1.1. Determinación del área de influencia.

El área de influencia es el espacio físico en el cual se establece el alcance geográfico que tiene un proyecto, o una obra de infraestructura en particular y, todos los cambios o impactos (alteraciones al medio) que se producen en este caso en el campus sur de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito.

Con el objetivo de facilitar la recopilación y el posterior análisis de la información levantada, la metodología aplicada para la determinación del área de influencia directa e indirecta consistió inicialmente en una apreciación cualitativa del entorno y de las actividades que se desarrollan en el interior y a las afueras de la universidad.

Posteriormente se efectuó un análisis del medio físico, biótico y socio-cultural; de esta manera se consideró el área hasta donde podría encontrarse influencia por parte de las instalaciones del campus sobre los elementos ambientales bióticos, abióticos y socio-culturales considerados.

Para finalizar el levantamiento de la línea base se utilizó la descripción puntual hecha en el sub-capítulo 1.3.1 sobre el Sistema Actual de Recolección de Residuos Sólidos del campus sur de la UPS, dentro de esta información se incluyeron datos generales de las entidades o personas encargadas de los procesos de recolección y limpieza del campus, así como también las características del Sistema de Clasificación de Residuos, implementado en el año 2012.

Se consideraron entre los aspectos que intervienen en la definición del área de influencia a los siguientes:

1. Componente físico
 - Uso de suelo
 - Geomorfología
2. Meteorología
 - Temperatura
 - Precipitación
 - Velocidad y dirección del viento
 - Humedad relativa
3. Componente biótico
 - Fauna
 - Flora
4. Componente socio-económico
 - Población
 - Educación
 - Salud

Así se van a obtener dos tipos de áreas de influencia, el Área de Influencia Directa (AID) y el Área de Influencia Indirecta (AII), cuya definición y procedimiento metodológico de levantamiento se puntualizan a continuación:

- **Área de influencia directa (AID)**

El AID es el ámbito espacial donde de manera innegable se manifiestan de forma directa los impactos socio-ambientales. Sin embargo, la determinación exacta de la extensión de los impactos es un proceso técnico complejo y difícil de determinar, en todo caso la definición está directamente relacionada con las características y magnitud del estudio, y con las condiciones ambientales del área donde se ejecute el mismo (Quijía, 2012, p. 38).

- **Área de influencia indirecta (AII)**

El AII toma también en cuenta las relaciones e interrelaciones que se desarrollan en el ámbito social, cultural, de mercado, entre otros, e incluso sobrepasan los límites espaciales locales. Dicho de otra manera, las relaciones en el ámbito social van más allá de un área determinada, por la necesidad de intercambio o relacionamiento, donde los centros o comunidades se constituyen en los ejes de la dinámica social y económica (Quijía, 2012, p. 38).

- **Componente físico**

Para el levantamiento de información del componente físico del lugar, se cumplieron actividades de campo como: entrevistas a autoridades del campus, recorrido con inspecciones visuales, y toma de datos de fuentes autorizadas y con información verídica sobre: ubicación geográfica, uso de suelo, geología, geomorfología, meteorología, estas fuentes son:

- ✓ Informe Anual 2012 de Calidad de Aire – Secretaría de Ambiente del DMQ
- ✓ Estación “El Camal”. Informe Anual 2012 de Calidad de Aire – Secretaría del Ambiente del DMQ
- ✓ Censo de Población y Vivienda – INEC 2010

- **Componente biótico**

El sector donde se ubica el campus sur de la UPS es una zona intervenida por las actividades humanas, en las cuales se incluyen: residencias, locales comerciales, instituciones educativas y de salud que han transformado permanentemente las condiciones naturales de la zona; así, la recopilación de información e identificación de fauna y de flora se realizó sin que sean las propias del sector.

- **Componente socio-económico**

La recopilación y análisis socio-económica del entorno en el que se encuentran las áreas de influencia se han elaborado por medio de dos fases: una fase de levantamiento de información en campo y otra fase de recolección de datos de otras instituciones públicas.

La información bibliográfica incluye características de la población de la parroquia Chillogallo como: número de habitantes, nivel de educación, salud y desarrollo de actividades económicas. Para los índices sociales se usaron las fuentes de datos del INEC y del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE).

2.1.2. Población universitaria.

Para conocer los datos actuales de las características generales de la población estudiantil y administrativa que desarrolla sus actividades en el campus sur, se recopiló información desde el área administrativa, concretamente del Sistema Nacional Académico, para su posterior análisis y realización de proyecciones las cuales fueron fundamentales para estimar el tiempo de vida útil del SGIRS.

Con el objeto de establecer las cantidades proyectadas de residuos que generan tanto los estudiantes como el personal administrativo se procedió a recabar información sobre los grupos de individuos de acuerdo a sus actividades, además de la distribución espacial de los alumnos en los distintos espacios del campus universitario para facilitar la determinación de la ubicación más adecuada de los contenedores que van a ser diseñados.

- **Tasa de crecimiento demográfico**

Otro de los valores de importancia en la proyección de la población fue el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional de la universidad con base en los datos conocidos de la población que fueron proporcionados por el Sistema Nacional Académico de la UPS.

La siguiente ecuación determina la tasa de crecimiento siendo una de las variables para el cálculo de la proyección demográfica.

Ecuación 1: Ecuación exponencial para cálculo de población final

$$Pf = Po (1 + r)^t$$

Fuente: (Díaz, 2011)

Donde:

Pf =Población final

P_o =Población inicial

R =Tasa de crecimiento

T =Tiempo (años)

Con la información obtenida sobre la generación de R.S comunes a partir de los resultados del proyecto “Estudio de Caracterización y Cuantificación de Residuos Sólidos y Líquidos de la UPS-Q-SUR” realizado por Katty González y Edgar Heredia, ex-estudiantes de la UPS.

Se procedió a efectuar el cálculo del número de personas que desarrollan sus actividades en las diferentes áreas que forman parte del campus y que se incluyeron dentro del presente proyecto.

2.2. Selección de metodologías para tratamiento de residuos sólidos

El tratamiento de los R.S mereció especial cuidado puesto que su elección tiene que estar dada desde diferentes puntos de vista tales como: económico, técnico, ambiental, social. Entre las metodologías más comunes y que han sabido actualizarse de acuerdo a las necesidades de la GIRS que van en aumento a lo largo del tiempo, se pueden contar las siguientes:

- **Reducción, Reutilización y Reciclaje (3-R's)**

Más del 60% de los desperdicios que se generan en el hogar se pueden transformar o reutilizar. Por eso, es muy recomendable poner en práctica la regla de las 3R's.: reducir, reutilizar, reciclar.

- 1) Reducir: Es disminuir la cantidad de residuos que se producen. Se calcula que en la ciudad de Quito, un ciudadano promedio genera aproximadamente 0,86 kg de basura por día. (El Telégrafo, 2011).
- 2) Reutilizar: Definido como el aprovechamiento de los residuos que todavía pueden tener cierto grado de utilidad, usándolos de nuevo, por ejemplo: botellas de vidrio, plástico, latas de aluminio, etc. (Word Reference, 2014).

- 3) Reciclar: Se define como la recuperación de material desechado para hacerlo nuevamente utilizable; hay diferentes métodos por los cuales el material de desecho se recicla, las materias primas se pueden extraer y reutilizarse, el contenido calorífico de los residuos puede ser convertido en electricidad, etc. (Word Reference, 2014).

En la mayoría de los países desarrollados se almacenan los materiales para la generalización y reutilización de materiales de la vida cotidiana, tales como los cascos vacíos de las bebidas. Estos se recogen y clasifican en diferentes tipos de material, de modo que las materias primas pueden ser reutilizadas en nuevos productos. El material para el reciclaje puede ser recogido por separado a partir de los desechos utilizando los contenedores apropiados y los vehículos de recolección.

- **Segregación de los residuos sólidos en la fuente y entrega a gestores ambientales**

Definida como la separación de los residuos y almacenaje temporal de los mismos, sin realizarles un tratamiento para facilitar su recuperación o eliminación.

Se lleva a cabo en la misma fuente de generación, o en los sitios de disposición final y se utiliza comúnmente para recuperar materias primas (papel, plástico, vidrio, metal) que se utilizan en diversos procesos industriales (Esquer, 2009, p. 39).

Se complementa con un empacado y una posterior entrega a gestores ambientales calificados, los cuales le brinden una adecuada disposición final, o un reaprovechamiento efectivo.

- **Trituración**

Es un proceso por el cual el volumen de residuos es reducido para que su costo de transporte hacia un sitio de disposición final sea disminuido. Es mayormente utilizado cuando se desea tratar residuos provenientes de la materia orgánica (Esquer, 2009, p. 40).

- **Compactación**

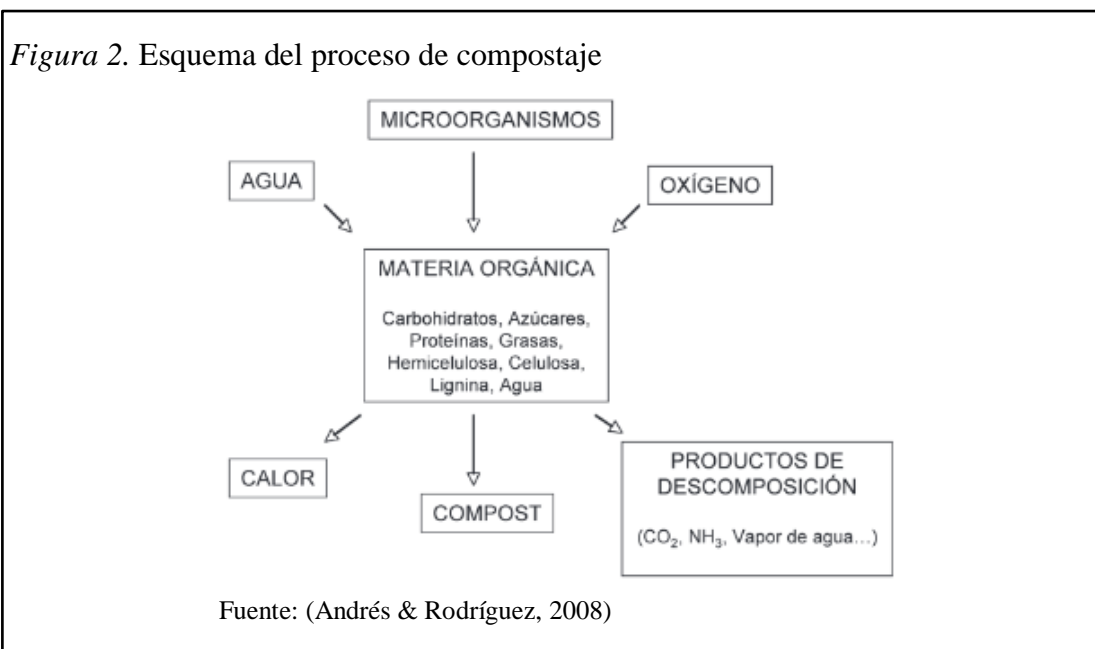
Es un método utilizado principalmente en rellenos sanitarios para que la disposición final de los residuos sólidos urbanos (R.S.U) sea óptima. La compactación también

se lleva a cabo para disminuir costos de transporte de residuos, en los sistemas recolectores y de transferencia (Esquer, 2009, p. 40).

- **Compostaje**

Se define como la descomposición biológica aeróbica bajo condiciones controladas para obtener un producto con una alta calidad y suficientemente estable para su almacenaje y su utilización sin efectos secundarios (Andrés & Rodríguez, 2008, p. 56). Por lo tanto, es necesario mantener las condiciones óptimas para que los microorganismos responsables del proceso de descomposición, se puedan desarrollar.

La presencia de oxígeno es, en este caso, la condición imprescindible para que el proceso se cumpla. En la figura 2 se muestra de manera esquemática el proceso de compostaje.



- **Incineración de desechos sólidos**

La incineración es un método de eliminación que supone la combustión de los materiales de desecho, específicamente de los que representan un grado de peligrosidad y de complejidad considerable.

La incineración exige que los residuos tengan un poder calorífico superior a 1.200 Kcal/kg y las plantas incineradoras incluyen los sistemas de recuperación de energía

en forma de vapor y electricidad. Este método genera gases contaminantes, por lo que además del costo del sistema, deberá considerarse una inversión adicional para cumplir con los estándares de emisión a la atmósfera (Esquer, 2009, p. 66).

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Línea base

En los alrededores de la universidad se encuentran establecimientos comerciales, zonas residenciales y centros educativos los cuales pueden ser influenciados en mayor o menor medida por las actividades diarias del campus.

La mayoría de los datos descritos en esta línea base se establecieron a partir de la Línea Base del “Estudio de Caracterización y Cuantificación de Residuos Sólidos y Líquidos de la UPS-Q-SUR”.

3.1.1. Área de Influencia Directa (AID).

La Universidad Politécnica Salesiana se encuentra edificada en el cruce de la Av. Morán Valverde y Rumichaca, cantón Quito, provincia de Pichincha. La vía en la que se localiza es de primer orden lo que implica un alto tránsito de vehículos livianos y pesados, tanto particulares como públicos, entre otros.

A lo largo de la Av. Morán Valverde existe una fuerte actividad comercial en las que se encuentran tiendas, locales de internet y restaurantes, dada principalmente por la presencia de instituciones educativas cercanas. Las viviendas corresponde a casas de uno o más pisos construidas a base de hormigón, en el sector también existe la presencia de edificaciones usadas principalmente como departamentos. A 700 m aproximadamente se encuentra el Estadio del Aucas, infraestructura de recreación importante utilizada con fines varios.

La Universidad Politécnica Salesiana cumple con el uso establecido en el Registro Oficial N° 413 - Sección II, correspondiente al Plan General de Desarrollo Territorial; por tanto es considerado como un centro de educación superior reconocido por las autoridades nacionales y locales (Sánchez, 2011, p. 3).

De acuerdo a la definición de los límites del área de influencia directa e indirecta de la UPS, se consideraron una serie de factores de influencia sobre las actividades humanas. Como un ejemplo conciso, al norte del campus existen paradas de taxis, de

autobuses de los distintos sistemas de transporte público (Metrobús, corredor sur-oriental y sur-occidental) (González & Heredia, 2013, p. 38).

Tomando estas características en cuenta, se elaboró en el software ARCGIS™ 10.0 un modelamiento digital del área de influencia con la forma de un polígono irregular con una superficie de 0,089 km², teniendo una distancia de 254,18 m desde el centro del campus hacia el punto más lejano del área de influencia.

3.1.2. Área de Influencia Indirecta (AII).

Ante la posible existencia de impactos ambientales que puedan afectar el elemento humano y ambiental del sector, se ha determinado como límites del área de influencia indirecta a sitios ocupados ocasionalmente por la población de la UPS-Q-SUR, entre los lugares a destacar se tienen: El C.C “Quicentro Sur” ubicado a cerca de 800 m hacia la zona este de la universidad, es un punto de alta concurrencia e importancia turística y comercial para el sector. A 320 m de distancia del campus se encuentra el Hospital Padre Carollo - “Un Canto a la Vida”, frente a este hospital se localiza el parque “Las Cuadras”. Otro predio de potencial influencia es el C.C “Ipiales del Sur” localizado hacia el oeste del campus.

Por lo cual en la modelación digital efectuada y la cual se puede observar en la siguiente figura, se determinó que la superficie del área de influencia indirecta es de 0,326 km², la distancia el centro del campus hasta el punto más lejano es de 507,72 m.

3.1.3. Componente físico.

Se escogió como sitio de referencia a la parroquia Chillogallo para la descripción del componente físico dado que la universidad se asienta dentro de su territorio y pertenece a la Administración Zonal Quitumbe (AZQ).

- **Suelo**

El componente suelo en donde se asienta la infraestructura del campus sur de la UPS pertenece a una zona urbana, de manera que el suelo ha perdido sus características originales cambiando permanentemente por la actividad humana de las edificaciones establecidas en el sector. A más del cambio que ha sufrido el entorno, las actividades

originarias que prevalecían en el sector eran las grandes haciendas y actualmente han sido reemplazadas por una dinámica urbana.

- **Geomorfología**

El rango altitudinal dentro del que se encuentra el campus sur está entre los 2.875 y 2.890 msnm. Se ubica “dentro de una zona de relieves interandinos lo cual implica la presencia de pendientes heterogéneas, con relieves de los fondos de las cuencas. Presenta una morfología muy irregular, las partes bajas están conformadas predominantemente por sedimentos de origen lacustre” (Instituto Geográfico Militar, 2008).

- **Clima**

La información a ser utilizada para conocer las condiciones climáticas, la calidad del aire ambiente y el ruido procede de la Estación “El Camal”, la cual forma parte de la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito (REMMAQ). Su cercanía al predio de la universidad (5,67 km) fue la razón principal para su elección. Se localiza en la calle Adrián Navarro 1660 e Hinojosa en la terraza del Hospital del Patronato Municipal San José – Sur como se observa en la tabla 2.

Cabe recalcar que para realizar una aproximación de datos más actualizada, se escogió como ciclo de recolección de datos al período transcurrido entre septiembre de 2012 hasta agosto del 2013.

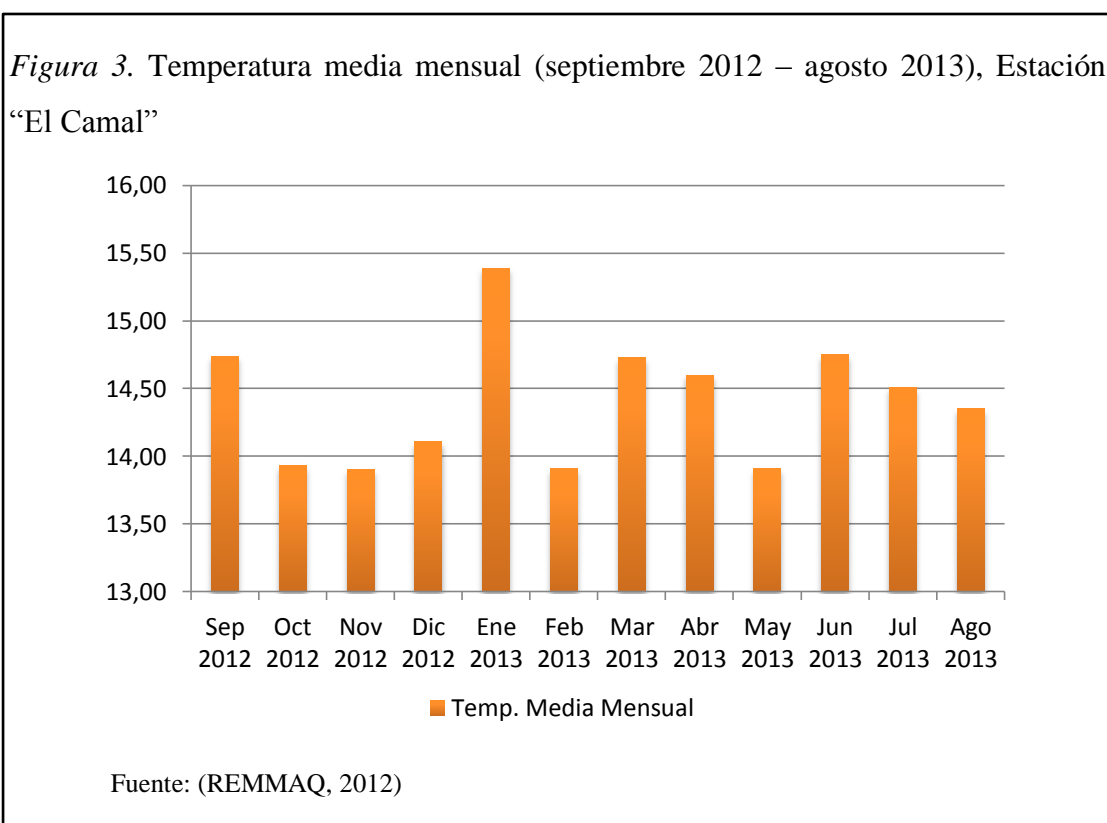
Tabla 2. Coordenadas de ubicación de la estación meteorológica “El Camal”

Código	Nombre	Coordenadas geográficas		Altitud (msnm)
		Latitud	Longitud	
CAM	“El Camal”	0° 15’ 00’’ S	78° 30’ 36’’ W	2.840

Fuente: (REMMAQ, 2012)

- **Temperatura (T)**

El valor de temperatura media anual para el período septiembre 2012 – agosto 2013 fue de 14,40 °C. Como se aprecia en la figura 3, el mes que presentó la temperatura más alta fue el mes de enero del 2013 con un valor de 15,39 °C, mientras que el mes con la menor temperatura fue noviembre del 2012 con un registro de 13,9 °C.

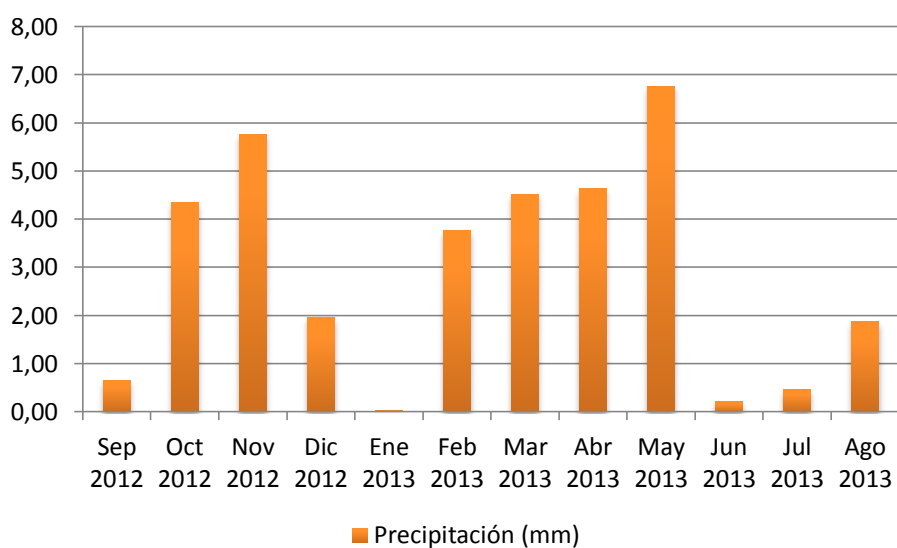


Estos datos fueron resultantes del análisis del anexo 1: Condiciones climáticas, en la tabla 1-A: Temperatura media mensual para el período “septiembre 2012 – agosto 2013” (Estación “El Camal”).

- **Precipitación (P)**

El valor promedio de precipitación anual para el período elegido fue de 2,92 mm, el mes con mayores lluvias fue mayo de 2013 con 6,76 mm y el mes menos lluvioso fue enero con 0,03 mm. Estos datos se observan en la figura 4 y el análisis de datos en el anexo 1: Condiciones climáticas en la tabla 1-B: Precipitación media mensual para el período “septiembre 2012 – agosto 2013” (Estación “El Camal”).

Figura 4. Precipitación media mensual (septiembre 2012 – agosto 2013), Estación “El Camal”



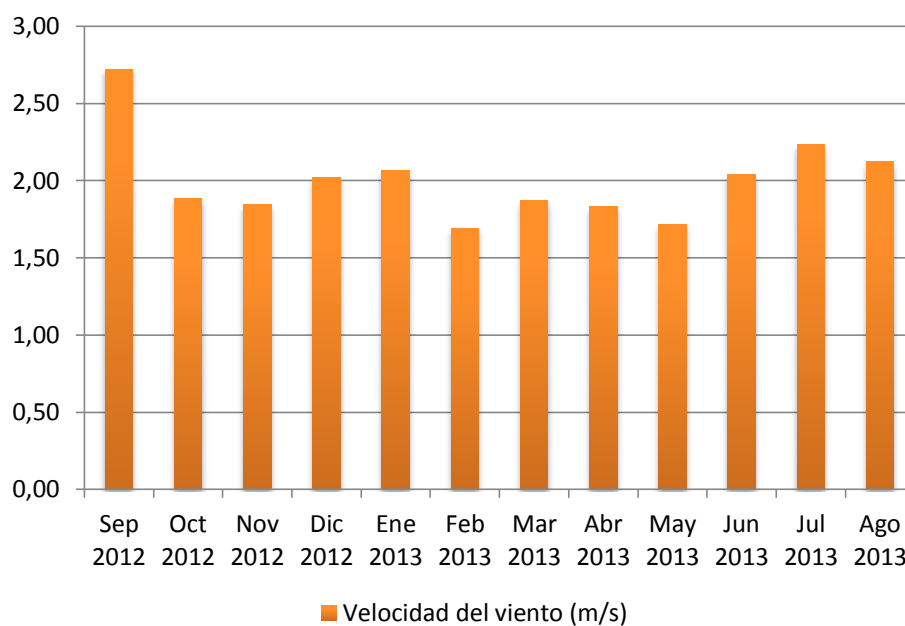
Fuente: (REMMAQ, 2012)

- **Velocidad y dirección del viento (VV)**

Los valores de velocidad y dirección de viento que se obtuvieron de la estación “El Camal” fueron los siguientes: El valor promedio anual fue de 2,00 m/s. El mes que presentó el valor más alto fue septiembre de 2012 con 2,72 m/s, mientras que el mes con registro menor fue febrero de 2013 con una velocidad de 1,69 m/s.

Los datos descritos se observan en la figura 5 y el análisis de datos en el anexo 1: Condiciones climáticas en la tabla 1-C: Velocidad y dirección media mensual del viento para el período “septiembre 2012 – agosto 2013” (Estación “El Camal”).

Figura 5. Velocidad y dirección media mensual del viento (septiembre 2012 – agosto 2013), Estación “El Camal”



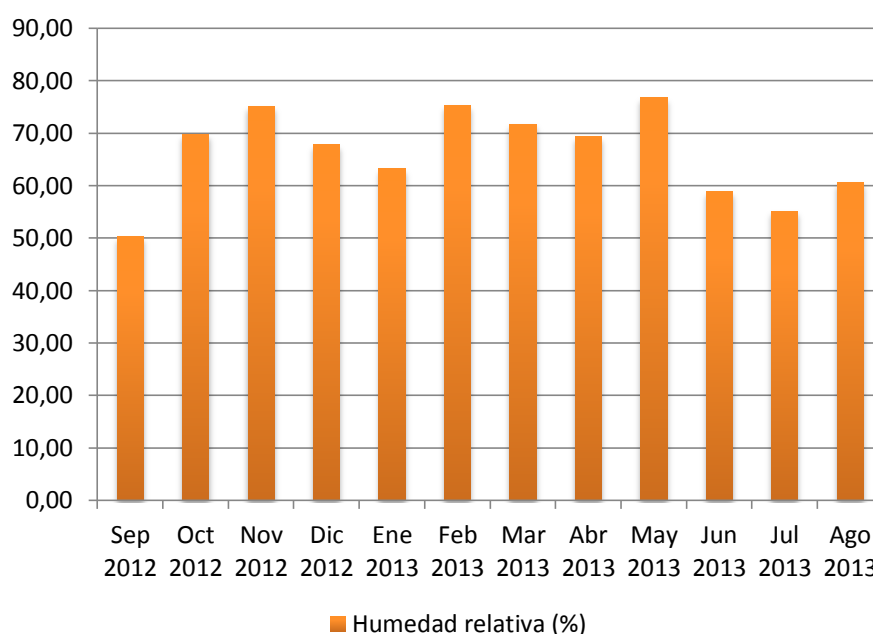
Fuente: (REMMAQ, 2012)

- **Humedad relativa (HR)**

Se obtuvieron los siguientes valores de humedad relativa en la estación “El Camal”: Un valor anual en promedio de 66,16 %. El mes de máxima HR fue mayo de 2013 en 76,81%, mientras el mes de menor registro fue septiembre de 2012 con una humedad relativa 50,27%.

El gráfico del análisis se describe en la figura 6 y la totalidad del análisis de datos en el anexo 1: Condiciones climáticas en la tabla 1-D: Humedad relativa media mensual para el período “septiembre 2012 – agosto 2013” (Estación “El Camal”).

Figura 6. Humedad relativa media mensual (septiembre 2012 – agosto 2013), Estación “El Camal”



Fuente: (REMMAQ, 2012)

3.1.4. Componente biótico.

La zona donde se asienta la universidad tiene el carácter de zona intervenida, se encuentran establecimientos que desarrollan actividades como: comercios, escuelas, colegios, domicilios, áreas recreativas, entre otras. La conjugación de estos factores ha hecho que las condiciones originales de la zona desaparezcan casi por completo.

• Fauna

No existe presencia relevante de animales nativos del sector, al contrario se destaca la presencia de roedores, animales domésticos (perros, gatos) y aves, característicos de los predios urbanos, entre otras. La fauna mencionada se congrega en toda la superficie del campus y se nombra a continuación:

- Mamíferos:

- ✓ Gato (*Felis silvestris*)
- ✓ Perro (*Canis lupus familiaris*)
- ✓ Rata negra (*Rattus rattus*)

- **Aves:**
 - ✓ Gorrión (*Zonotrichia capensis*)
 - ✓ Mirlo (*Turdus fuscater*)
 - ✓ Paloma doméstica (*Columba livia*)
 - ✓ Picaflor (*Archilochus colubris*)
 - ✓ Tórtola (*Zenaida aurita*)
- **Insectos:**
 - ✓ Abeja (*Apis mellifera*)
 - ✓ Catzos (*Platycoelia lutescens*)
 - ✓ Mosca común (*Musca domestica*)
- **Reptiles:**
 - ✓ Lagartija de jardín (*Pholidobulus montium*)

- **Flora**

La vegetación que se podía encontrar en el sector y sus alrededores ha sido altamente modificada dada la migración y expansión urbana que ha sufrido la ciudad de Quito a lo largo de los años, se ha convertido en una zona altamente urbanizada, lo que ha promovido la llegada de negocios y establecimientos de servicio para cubrir las necesidades de los habitantes del sector (Sánchez, 2011, p. 14). Algunas de las especies de flora más representativas del campus se puntualizan a continuación:

- ✓ Acacia (*Acacia scorpioides*)
- ✓ Achira (*Cannainidica*)
- ✓ Álamo (*Populus alba*)
- ✓ Aliso marítimo (*Alyssum maritimum*)
- ✓ Arrayán (*Myrcianthes mirobalana*)
- ✓ Begonia (*Tuberous begonia*)
- ✓ Césped (*Pennisetum clandestinum*)
- ✓ Ciprés común (*Cupressus sempervirens*)
- ✓ Clavel (*Dianthus caryophyllus*)
- ✓ Crisantemo (*Chrysanthemum frutescens*)

- ✓ Diente de león (*Taraxacum officinale* Weber)
- ✓ Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)
- ✓ Helecho canario (*Davallia canariensis*)
- ✓ Hortensia (*Hydrangea macrophylla*)
- ✓ Lirio (*Iris germánica*)
- ✓ Miramelinda (*Podranea ricasoliana*)
- ✓ Palma fénix (*Phoenix camariensis*)
- ✓ Palmera (*Phoenix canariensis*)
- ✓ Pino (*Pinus patula*)
- ✓ Rosa china (*Rosa spp* L)
- ✓ Sauce llorón (*Salix alba*)
- ✓ Trébol (*Trifolium pratense* L)

3.1.5. Componente socio-económico.

Para la definición de las características socio-económicas del área de estudio es importante destacar los siguientes puntos:

- **Población**

Según datos del Censo de Población y Vivienda realizado en 2010 por el INEC, el número de individuos que pertenecen a la Administración Zonal Quitumbe, asciende a 319.857 habitantes (hab.) lo que corresponde al 14% de la población total del DMQ (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, 2012). Los porcentajes de grupos poblacionales por edades son presentados en la siguiente tabla:

Tabla 3. Porcentaje de población por grupos de edades en la AZQ

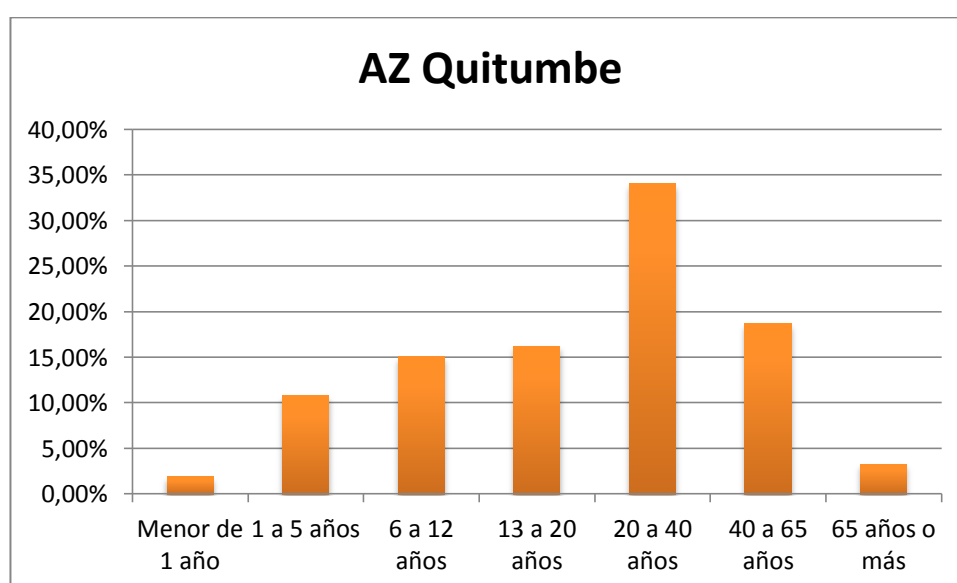
Grupos por edades	AZ Quitumbe
Menor de 1 año	1,88%
1 a 5 años	10,82%
6 a 12 años	15,05%
13 a 20 años	16,23%

Tabla 3. Porcentaje de población por grupos de edades en la AZQ (Continuación...)

20 a 40 años	34,06%
40 a 65 años	18,68%
65 años o más	3,29%
Total	100,00%

Fuente: INEC: Censo de Población y Vivienda 2010, informe de “Difusión y profundización de los resultados del estudio sobre las características económicas y productivas de las administraciones zonales” (Villalobos, 2012, p. 7)

Figura 7. Porcentaje de población por grupos de edades en la AZQ



Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez.

• Educación

El promedio de educación y escolaridad en la población de la AZQ es de 9,1 años en promedio, aproximadamente un año menos que lo que indicadores para el DMQ registran. Así también la tasa neta de asistencia a la educación superior alcanza al 28,7%, situándose a seis puntos por debajo de la tasa global del DMQ que en promedio es de (35%) (Villalobos, 2012, p. 9).

Dentro de la AZ Quitumbe existen 233 establecimientos educativos que desempeñan sus actividades regularmente. Representan así un 8,8% de los 2.624 establecimientos

registrados para el DMQ (Villalobos, 2012, p. 12). En las inmediaciones del predio universitario es posible encontrar la Unidad Educativa Quitumbe (al lado este de la UPS) y la Escuela Fiscal Rafael Bucheli ubicada al sur de la UPS.

- **Salud**

En lo que a la atención de salud respecta, es destacable la representación de 185 entidades de salud en el territorio de la administración zonal. El porcentaje que representan es de 5,2% del número total de casas de salud del DMQ que es de 3.526 (Villalobos, 2012, p. 12).

3.1.6. Proyección de la población universitaria.

El incremento anual de la población estudiantil se presenta de acuerdo a datos del Sistema Nacional Académico, reflejados en la tabla 5.

Tabla 4. Crecimiento de la población estudiantil UPS-Q-SUR

	Período	Población Semestral (hab.)	Población Anual (hab.)
Marzo-Julio	2009-2009	2.497	5.318
Septiembre- Enero	2009-2010	2.821	
Marzo-Julio	2010-2010	2.811	5.945
Septiembre- Enero	2010-2011	3.134	
Marzo-Julio	2011-2011	3.238	6.854
Septiembre- Enero	2011-2012	3.616	
Marzo-Julio	2012-2012	3.639	6.951
Septiembre- Enero	2012-2013	3.312	

Fuente: Sistema Nacional Académico UPS, 2012 / Gestión de Talento Humano, 2012 /
Dirección Administrativa, 2012

De esta forma, es necesario calcular la proyección poblacional a 10 años (2014-2023) con el fin de obtener un diseño del SGIRS en la UPS-Q-SUR que sea el adecuado para la población universitaria del año 2023.

- **Tasa de crecimiento demográfico**

Para determinar la tasa de crecimiento demográfico se despejó la variable “r” de la ecuación 1 y se obtuvo el siguiente resultado:

$$r = \sqrt[t]{\frac{Pf}{Po}}$$

$$r = \sqrt[4]{\frac{7512}{5318}} - 1$$

Tasa de crecimiento anual = 0,06

Tasa de crecimiento anual = 6%

De manera que la tasa de crecimiento anual calculada de la población del campus sur de la UPS es de 6% anual. Posterior a la determinación de la tasa de crecimiento se procede al cálculo de proyección poblacional con la ecuación 1, generando los resultados expuestos en la tabla 5.

Tabla 5. Proyección de la población universitaria anual de la UPS-Q-SUR

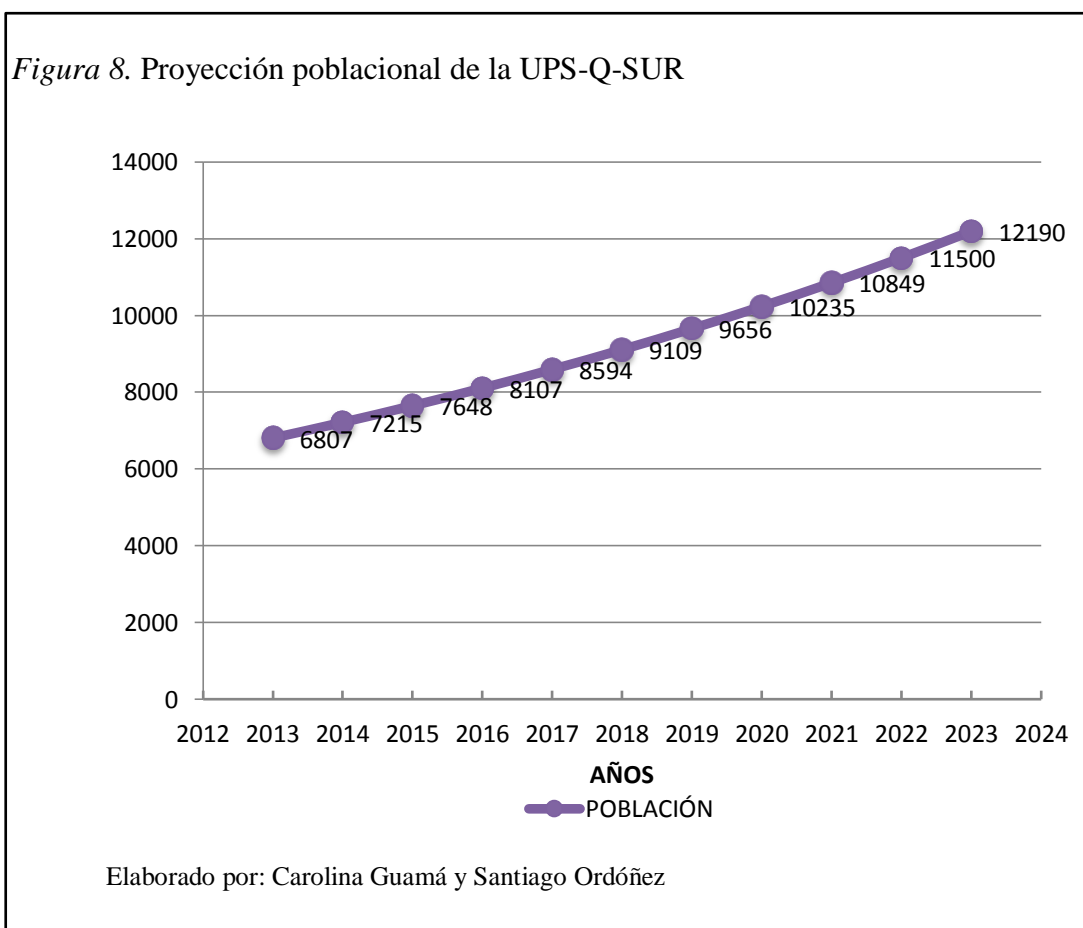
Año	Población anual (hab.)	Generación de residuos (kg/día)
2013	6.807	136,14
2014	7.215	144,30
2015	7.648	152,96
2016	8.107	162,14
2017	8.594	171,88
2018	9.109	182,18

Tabla 5. Proyección de la población universitaria de la UPS-Q-SUR
(Continuación...)

2019	9.656	193,12
2020	10.235	204,70
2021	10.849	216,98
2022	11.500	230,00
2023	12.190	243,80

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

La tendencia de incremento poblacional de la UPS-Q-SUR, se muestra a continuación en la figura 8:



Por lo que para el año 2023, en el campus se proyecta una población estudiantil de 12.190 individuos.

De acuerdo a una entrevista mantenida con la Econ. Patricia Quiroz (2014), del Depto. Administrativo del campus sur, las autoridades no contemplan un crecimiento de la población estudiantil que sobrepase los 5.000 estudiantes, esto dado a que a pesar de que se construya un nuevo edificio, la superficie del campus no abastece para un mayor número de individuos.

3.2. Metodologías seleccionadas para el tratamiento de residuos sólidos

Puesto que la realización de un tratamiento in-situ de los residuos reciclables representa un costo monetario importante a cubrir por parte de la UPS, la opción más adecuada, obedeciendo al factor económico es la contratación de gestores ambientales para el tratamiento y/o disposición final más viable de los desechos. Los desechos empacados serán debidamente etiquetados para su fácil identificación.

En la etiqueta de identificación se incluirán los datos mostrados en la figura 9, estos datos se utilizarán para generar un registro de una base de datos la cual permita llevar un control de la cantidad de residuos segregados y los que han sido entregados a los gestores, para así conocer el nivel de eficiencia de las operaciones de segregación. El procedimiento de segregación de cada residuo es detallado en el subcapítulo 3.3.3, “Diseño de Sistemas de Tratamiento y Aprovechamiento”.

Figura 9. Etiqueta para fardos con residuos reciclables segregados

ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS		
TIPO DE RESIDUO: _____		
PESO (kg.): _____		
FECHA DE SEGREGACIÓN:	_____	_____
	día	mes año

RESPONSABLE		

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

3.3 Diseño del SGIRS

Es importante entender que a más de gestionar el correcto manejo de los residuos sólidos, se debe promover su minimización para así conseguir una reducción de la contaminación ambiental gracias a un menor volumen de R.S e implantar una conciencia de reciclaje en la comunidad universitaria, que pueda ser difundida en los hogares de cada uno de los estudiantes, y trabajadores de la UPS-Q-SUR. Algunas pautas que se pueden dar para promocionar la minimización de los R.S dentro del campus están:

- Incentivar apropiadamente el uso del Aula Virtual (AVAC), incluyendo una capacitación, de forma que se consuma menos cantidad de papel por impresiones.
- Utilizar papel reciclado en buen estado en las copiadoras de la universidad.
- Impulsar la reducción del consumo de envases de plástico, a través de campañas de promoción de uso de envases propios e instalación de estaciones o puntos de rellenado de los envases dentro del campus.

3.3.1. Diseño de sistemas de almacenamiento.

Dentro de un SGIRS es fundamental la presencia de contenedores para permitir un correcto almacenamiento de los residuos que hayan sido generados por la población.

Según el libro “Gestión integral de residuos sólidos” se describen las características de los contenedores:

“Es importante considerar que los contenedores pueden ser abiertos o cerrados; sin embargo, observando las necesidades en la aplicación del proyecto, y debido a la proliferación de insectos dañinos; se hace necesaria la utilización de contenedores cerrados, los cuales deben cumplir con especificaciones básicas, como son: volumen suficiente, maniobrabilidad, resistencia, durabilidad, estabilidad, salubridad, economía, estética, reciclable.

Estas características permiten lograr su funcionalidad dentro del proyecto” (Tchobanoglous, Gil Díaz, Rodríguez, Szanto, & Theisen, 1994).

Se escogió un sistema de almacenamiento conformado por solamente dos contenedores, una de las razones principales es que dado que la Empresa Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS) no realiza la recolección diferenciada de residuos orgánicos, la existencia de un contenedor específico para estos residuos sería inefectiva, además de que la UPS como organización no se haría cargo, debido a la implicación de costos de tratamiento y de mano de obra.

Entre otras razones que son determinantes para elegir la doble contenerización se encuentran:

- **Menor costo de inversión:** La inclusión de una mayor cantidad de contenedores resultaría en una capacitación de más complejidad hacia la población universitaria para implantar una cultura de separación.
- **Facilidad y rapidez en la recolección:** Mayor eficiencia en tiempos de recolección de R.S.
- **Valorización económica a los residuos reciclables:** La cual se puede conseguir a través de la venta al peso de los mismos a gestores ambientales para que reciban un tratamiento y posterior reaprovechamiento adecuado.
- **Protección del medio ambiente:** Representa menor desperdicio de recursos (plástico, papel y vidrio principalmente), al promover la reutilización y revalorización de los R.S y favorece al aumento de la vida útil de los rellenos sanitarios.

Para tener una idea más clara, se puede presentar el modelo de sistema de gestión de residuos con dos contenedores que ha aplicado el gobierno de la ciudad de Buenos Aires, Argentina desde mediados del año 2012 y que ha dado muy buenos resultados

respecto a la problemática de la carencia de diferenciación de los R.S. (Gobierno de Buenos Aires, 2013)

Así, se identificaron de color negro a los contenedores que almacenan residuos comunes, y de color verde a los que almacenan residuos reciclables. Para contar con la mayor eficiencia en términos de almacenamiento previo a la recogida, la esquematización de los mismos debe realizarse basándose en un cuidadoso estudio de la población universitaria, generación de residuos y su proyección a futuro, peso volumétrico, y frecuencia de recolección.

Como primer paso fue indispensable tomar como referencia el valor de la generación promedio diaria de residuos sólidos para la población a la que se va a aplicar. Para diseñar e implementar un SGIRS es necesario que tanto el sistema como toda su estructura se soporte en un período de diseño de 10 años, tal y como se describió en la proyección universitaria; por esta razón los datos sobre la cantidad de R.S generados diariamente se tomaron a partir de la proyección realizada, de la misma forma sucedió con la población universitaria.

Seguidamente se calcularon los valores de la densidad de los residuos de mayor generación detallados en la tabla 1, ya que considerar un valor de densidad proveniente de bibliografía no fue posible.

Durante el proceso se necesitó un recipiente para el pesaje, este recipiente tuvo un volumen de 18,2 litros y un peso de 1,02 kg el cual fue tomado como tara. Además del recipiente, se utilizó una balanza electrónica con una capacidad de hasta 300 kg. Se recolectaron muestras de residuos de los contenedores actualmente instalados en diferentes locaciones dentro del campus, posteriormente se vertió su contenido en el piso sobre un plástico.

Después de realizar el vertimiento de los residuos en la pila, se procedió a colocar los mismos dentro del balde para realizar y registrar el pesaje en la balanza, el registro del pesaje final se presenta en la tabla 6.

Tabla 6. Registro de cálculo de peso y densidad de residuos sólidos, UPS-Q-SUR

	N° de Muestra	Peso bruto (kg)	Peso Tara (kg)	Peso Neto (kg)	Densidad (kg/m3)
Basura común	1	2,96	1,02	1,94	106,65
	2	3,04	1,02	2,02	111,05
	3	3,10	1,02	2,08	114,35
	Promedio			2,01	110,68
Plástico	1	1,52	1,02	0,50	27,49
	2	1,58	1,02	0,56	30,79
	3	1,53	1,02	0,51	28,04
	Promedio			0,523	28,77
Papel	1	3,56	1,02	2,54	139,64
	2	3,42	1,02	2,40	131,94
	3	3,61	1,02	2,59	142,39
	Promedio			2,51	137,99

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Los valores de densidad aquí presentados, debieron ser redefinidos dada la ponderación de los porcentajes de generación.

Continuando con el procedimiento, se obtuvieron los datos de la densidad ponderada de los residuos sólidos que van a ser almacenados en los recipientes o contenedores, el cálculo se llevó a cabo con base en la siguiente ecuación:

Ecuación 2: Ecuación de cálculo de densidad ponderada

$$\delta_{pon} = \delta . \% \text{ generación}$$

Fuente: (Sánchez, 2013)

Donde:

δ_{pon} = Densidad ponderada (kg/m^3)

δ = Densidad del material (kg/m^3)

% generación = Porcentaje de generación de residuos

Por ello, al reemplazar los valores de la tabla 2 en la ecuación 2 se arrojaron los datos de la tabla mostrada a continuación:

Tabla 7. Densidades para los residuos con mayor porcentaje de generación. Bloques y áreas exteriores

Residuos	Densidad (kg/ m^3)	Porcentaje de generación (%)	Densidad Ponderada (kg/m^3)
Comunes	110,68	14,07	15,57
Plástico	28,77	32,56	9,37
Papel	137,99	32,42	44,74
Vidrio	2.200,00	12,65	278,30

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Después fue necesario calcular el volumen que van a ocupar los residuos, para de acuerdo a esto, poder realizar el diseño de los contenedores diferenciados. Dado a la elección de la doble contenerización se sumará las densidades de los residuos reciclables para poder calcular el volumen de generación de la siguiente manera:

- ✓ Densidad de residuos reciclables: $332,41 \text{ kg/m}^3$
- ✓ Densidad de residuos comunes: $15,57 \text{ kg/m}^3$

Las características que se tomaron en cuenta dentro del cálculo del volumen de residuos son mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 8. Datos generales de la UPS-Q-SUR

Características	Valores	
Población 2013	8.188	hab.
Área de terreno	42,457	km ²
Densidad de población	206,44	hab/ km ²
PPC	0,02	kg/hab.día
Equipo de recolección disponible	18	personas
Frecuencia de recolección	0,5	día/1era recolección
Capacidad por viaje	25	kg/viaje

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

El cálculo del volumen de residuos existente se llevó a cabo con la siguiente ecuación:

Ecuación 3: Ecuación de cálculo de volumen de residuos generados

$$V = \frac{\# hab. PPC}{\delta} \cdot fr$$

Fuente: (Slideshare, 2006)

Donde:

V= Volumen de residuos generados (l)

hab= Cantidad de habitantes (hab.)

PPC= Producción per Cápita (kg/hab.día)

δ = Densidad de los residuos (kg/m³)

fr= Frecuencia de recolección (días)

A continuación para el diseño de los contenedores que van a formar parte del sistema de recolección, se debió tomar en consideraciones una serie de factores, entre los cuales están:

- El diseño de los contenedores debe cumplir con normativas internacionales sobre características y especificaciones técnicas de diseño entre las que se cuentan:
 - ✓ **UNE-EN 840-1:2012** (Contenedores móviles para residuos sólidos y reciclaje).
 - ✓ **UNE-EN 840-6:2012** (Contenedores móviles para residuos sólidos y reciclaje; Requerimientos de seguridad e higiene).
- Es recomendable que la forma del recipiente para áreas interiores sea piramidal truncada, con un ángulo entre el área inferior y el área superior de mínimo 5°.

Las fundas de basura que sean utilizadas para la recolección de residuos deben ser resistentes al punzamiento, se tomará como referencia la norma NTC 1449 – “De los embalajes. Bolsas de polietileno de baja densidad para basura.” (ICONTEC, 1986). Otra de las características necesarias es la diferenciación por colores, siendo determinadas de la siguiente manera:

- ✓ Fuda verde: Residuos de plástico, papel y vidrio
- ✓ Fuda negra: Residuos comunes

Durante la continuación del proceso de diseño de los contenedores se contempló la división de los espacios físicos de la universidad, de acuerdo a la generación de residuos.

Siendo necesario diseñar contenedores para: aulas y oficinas, corredores, cafetería, biblioteca y áreas exteriores (parqueaderos, jardines y caminos).

- **Contenedores para aulas y oficinas**

Para diseñar de los contenedores de las aulas, se decidió exclusivamente colocar el contenedor para residuos comunes al interior de cada aula, dado que favorecería el ahorro de espacio y no restaría estética al lugar.

El siguiente factor a considerar fue la cantidad promedio de estudiantes por aula, dejando el valor medio en 50 individuos; para el caso de las oficinas se consideró la utilización de contenedores del mismo tamaño de las aulas puesto que la recolección se realiza una diariamente y no existirán problemas de saturación del contenedor.

El conteo del número de estudiantes se llevó a cabo previo recorrido individual de todas las aulas que se ubican en cada uno de los edificios del campus universitario, incluidos laboratorios y salas de audiovisuales, dicho conteo se encuentra descrito en el formato que se detalla en el anexo 2: “Registros para cálculo de número de estudiantes en los edificios del campus sur de la UPS”.

- **Volúmenes de generación**

Al reemplazar los datos definidos para las aulas como son: Población media por aula, PPC de residuos, densidad de residuos y frecuencia de recolección en la ecuación 3se obtuvieron los siguientes resultados:

- ✓ Volumen de residuos reciclables: 21,7 litros.
- ✓ Volumen de residuos comunes: 5,7 litros.

Teniendo en cuenta la necesidad de la inclusión de un factor de seguridad (FS) de 1,5para diseñar el contenedor, el volumen de diseño de los contenedores quedó definido de la siguiente manera:

Ecuación 4: Ecuación de cálculo de volumen o de diseño

$$V_D = V_R \cdot FS$$

(Sánchez, 2013)

Al reemplazar el volumen de residuos reciclables y de residuos comunes en la ecuación 4se obtienen los siguientes resultados:

- ✓ Volumen de generación resultante para el contenedor para residuos reciclables:

$$V_D = 32,5 \text{ l} > 40 \text{ l.}$$

De este modo el contenedor para residuos reciclables fue diseñado para un volumen de generación de 40 litros.

- ✓ Volumen de generación para residuos comunes:

$$V_D = 8,6 \text{ l} > 10 \text{ l.}$$

Mientras que para el diseño del contenedor de residuos comunes, la generación resultante fue de 10 litros.

Para obtener el volumen del contenedor, se aplicaron la ecuación de cálculo del volumen de una pirámide cuadrangular invertida truncada, se diseñó en base al volumen resultante:

Ecuación 5: Ecuación de cálculo de volumen de pirámide cuadrangular invertida truncada

$$V = \frac{h}{3} [A1 + A2 + (\sqrt{A1 \cdot A2})]$$

Fuente: (Geoka, 2008)

Donde:

V = Volumen de la pirámide (cm^3)

h = Altura del contenedor (cm)

$A1$ =Área de la cara inferior (cm^2)

$A2$ = Área de la cara superior (cm^2)

- Volúmenes de diseño

Para conocer el volumen del contenedor de residuos comunes, se aplica la Ecuación 5, generando el siguiente resultado:

$$V = 15.250 \text{ cm}^3$$

$$V = 15,25 \text{ l} > 15 \text{ l}$$

Este contenedor se encuentra detallado en el anexo 3-A. El valor obtenido en los cálculos previos, se aproxima al volumen recomendado por el factor de seguridad para el diseño, por lo que al momento de realizar la adquisición, los parámetros escogidos serán los más precisos.

- **Contenedores para corredores**

Para poder plantear los contenedores de los corredores de cada piso, se debió tomar en cuenta la centralización de la ubicación de cada uno de ellos, es decir que depositar los residuos dentro de los contenedores se haga rápidamente, sin que haya que trasladarse grandes distancias; se diseñaron los contenedores originalmente proyectados: el contenedor para residuos reciclables y el contenedor para residuos comunes.

El diseño del contenedor de residuos comunes recibió una duplicación en su peso en relación al contenedor que fue diseñado para las aulas, laboratorios y salas de audiovisuales. Este aumento en el volumen se produce debido a que existe un alto tránsito de individuos por los corredores especialmente durante los cambios de hora, a pesar de que los tiempos de permanencia en los corredores son mínimos.

Para el cálculo del volumen del contenedor de residuos comunes, se aplicó nuevamente la fórmula para calcular el volumen de una pirámide cuadrangular truncada utilizando la Ecuación 5 y se obtuvo el siguiente valor de volumen:

$$V = 30.333,33 \text{ cm}^3$$
$$V = 30,33 \text{ l} < V = 30 \text{ l}$$

Y para diseñar el contenedor de residuos reciclables, el resultado fue el siguiente:

$$V = 36.333,33 \text{ cm}^3$$
$$V = 36,33 \text{ l} < V = 40 \text{ l}$$

En el anexo 3-B se observan los planos correspondientes a los contenedores pertenecientes a corredores.

- **Contenedores para la cafetería**

De acuerdo al estudio de González y Heredia (2013), la cafetería se caracteriza por una composición promedio de residuos sólidos comunes, mayoritariamente orgánica y plástico producto de la comida procesada y productos dispensados.

La segregación de residuos realizada dentro del estudio muestra que el mayor contenido es la fracción correspondiente a orgánicos con el 79,65%, seguido por la fracción de plásticos con un valor 11,11%, a continuación el papel que alcanza un 5,37%, la fracción de vidrio y metales conforman el 3,04% y en último lugar la fracción de inorgánicos con el 0,82% (2013).

Así, la instalación de un contenedor para residuos comunes y otro para residuos reciclables, tal y como se diseñó para los corredores se presenta como la elección más adecuada. El diseño procedió con el idéntico cálculo de la densidad:

Tabla 9. Densidades para los residuos con mayor porcentaje de generación de la cafetería

Residuos	Densidad (kg/ m³)	Porcentaje de generación (%)	Densidad Ponderada (kg/m³)
Comunes	110,68	14,07	15,57
Plástico	43,28	11,11	4,80
Papel	137,99	5,37	7,41
Vidrio	2.200,00	2,85	62,70

Fuente: (González & Heredia, 2013, p. 137)

Finalmente las densidades ponderadas tanto para residuos reciclables como residuos comunes de la cafetería quedaron definidas de la siguiente manera:

Tabla 10. *Densidades ponderadas finales de residuos reciclables y comunes de la cafetería*

Tipo de Residuos	Densidad (kg/m ³)
Reciclables	74,91
Comunes	15,57

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

La concurrencia de la población universitaria hacia la cafetería jugó un papel clave para la definición del volumen de diseño de los contenedores. Se trabajó de acuerdo a la relación ingreso/consumo, tomando como referencia la cantidad de personas que consumen sus productos durante la hora pico (12h00 a 14h00), puesto que generan residuos inmediatos, como lo muestra la tabla 11.

Tabla 11. Tráfico de individuos dentro de la cafetería

Día	Actividad	Cantidad de personas	Porcentaje de consumo (%)	Promedio de personas que consumen (hab)
Día 1	Ingresar	223	82,50	194,33 ≈ 194
	Consume	184		
Día 2	Ingresar	221	90,00	
	Consume	199		
Día 3	Ingresar	213	93,89	
	Consume	200		

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Teniendo como resultado que la cafetería recibe aproximadamente 194 personas a diario en su hora de funcionamiento pico.

- **Contenedores para biblioteca**

Dentro de la UPS-Q-SUR existe una predominancia en la generación de residuos de papel con el 90% y un 10% de una mezcla de residuos (tabla 12), por lo que se van a colocar la misma cantidad de contenedores.

El contenedor para residuos reciclables de 40 litros se utilizará para el almacenaje de la fracción de papel; mientras tanto, el contenedor de residuos comunes de 15 litros, será destinado para la fracción mezclada de desechos.

Tabla 12. Registro de composición de residuos sólidos comunes generados por áreas específicas de la UPS-Q-SUR

# Día	Fuente	Peso Bruto (kg)	Peso Tara (kg)	Peso Neto (Kg)	Observaciones
1	Biblioteca, copiadoras	0,60	0,04	0,56	Papel: 90%, Mezcla de residuos: 10%.
2	Biblioteca, copiadoras	0,23	0,04	0,19	Papel: 90%, Mezcla de residuos: 10%.
3	Biblioteca, copiadoras	0,50	0,04	0,46	Papel: 90%, Mezcla de residuos: 10%.
4	Biblioteca, copiadoras	0,60	0,04	0,56	Papel: 90%, Mezcla de residuos: 10%.
5	Biblioteca, copiadoras	1,00	0,04	0,96	Papel: 90%, Mezcla de residuos: 10%.
6	Biblioteca, copiadoras	0,80	0,04	0,76	Papel: 90%, Mezcla de residuos: 10%.

Fuente: (González & Heredia, 2013, p. 149)

- **Contenedores para áreas exteriores**

Estos contenedores destinados a áreas exteriores como son los parqueaderos, jardines y aceras fueron distribuidos y situados a una distancia promedio de entre 30 a 50 metros entre sí. Fijar una distancia única entre contenedores representa una complicación debido a que las características del terreno no lo permiten. El asentamiento exacto de los contenedores se encuentra descrito en el anexo4-A. Un

rasgo a destacar fue el diseño cilíndrico, sus características y medidas son especificadas en el anexo 4-B.

Los contenedores a ser utilizados para la recolección de residuos especiales se detallan a continuación:

- **Contenedores para residuos de laboratorio**

Dentro de los laboratorios se almacenan compuestos químicos para el desarrollo de prácticas y experimentos, después de ser utilizados, existen remanentes los cuales se van a considerar residuos especiales o peligrosos.

Asimismo es menester el correcto almacenamiento temporal y posterior disposición final de este tipo de residuos, ya que dada su naturaleza pueden representar un peligro en caso de una manipulación y disposición final inadecuada. El personal de laboratorio cuenta con guías de seguridad necesarias para el correcto manejo de los diferentes compuestos residuales.

El listado de las sustancias químicas existentes en los laboratorios del área de ciencias de la vida principalmente, se encuentra a continuación:

Tabla 13. Sustancias sólidas existentes en los laboratorios del área de Ciencias de la Vida. UPS-Q-SUR

Ítem	Peligrosidad	Cantidad	Unidad
Ferraus	Sin información	1	Kg
Cloruro de sodio	Neutro	3	Kg
Cloruro hexahidratado	Tóxico	1	Kg
Cloruro de potasio	Tóxico	3	Kg
Cloruro cúprico	Corrosivo	1,5	Kg
Bromuro de potasio	Corrosivo / Explosivo	0,5	Kg

Tabla 13. Sustancias sólidas existentes en los laboratorios del área de Ciencias de la Vida. UPS-Q-SUR (Continuación...)

Bromuro de bario	Tóxico	0,25	Kg
Cloruro cúprico	Tóxico	1,5	Kg
Sodio potasio tricloro	Tóxico	2	Kg
Nitrato de sodio	Tóxico	2	Kg
Nitrato de potasio	Tóxico	1,5	Kg
Potasio fosfato dibásico	Tóxico	1,5	Kg
Monoxaminadiacetil	Tóxico / Explosivo	0,2	Kg
Difenilamina	Tóxico	0,3	Kg
Sulfuro potásico	Corrosivo	1,5	Kg
Hidróxido de potasio	Tóxico / Explosivo	3	Kg
Amonio carbamato	Tóxico / Inflamable	2	Kg
Carbamato de cadmio	Tóxico	0,3	Kg
Potasio bitartrático	Explosivo	1,305	Kg
Benzoato de sodio	Tóxico	2	Kg
Benzoato de amonio	Tóxico	0,75	Kg
Acetato de zinc	Tóxico / Inflamable	0,4	Kg
Acetato de sodio	Tóxico	2	Kg
Acetato cúprico	Tóxico	1	Kg
Formato de sodio	Explosivo	1,5	Kg

Tabla 13. Sustancias sólidas existentes en los laboratorios del área de Ciencias de la Vida. UPS-Q-SUR (Continuación...)

Dicromato de potasio	Inflamable	1,5	Kg
Diethyl de plata	Tóxico	0,004	Kg
Glycine	Nocivo	4	Kg
Sulfato cúprico	Tóxico / Corrosivo	1,5	Kg
Sulfato de aluminio	Tóxico	1,5	Kg
Sulfato de manganeso	Sin información	1,5	Kg

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

La coordinación de laboratorios se encuentra buscando un gestor específico para que se encargue del manejo y disposición final de los residuos tanto líquidos, sólidos que se generan en el laboratorio. Los reactivos residuales se encuentran ubicados en una esquina del laboratorio.

A pesar de que se está buscando un gestor autorizado para su retiro, es necesario que exista un área de almacenamiento temporal de estos residuos, con el fin de evitar que se encuentren en contacto permanente con los estudiantes y docentes que laboran en el laboratorio a diario, lo cual puede acarrear riesgos de salud importantes. Este sitio de almacenamiento temporal se recomienda que sea ubicado dentro de las bodegas de reactivos e implementos adquiridos, quedando protegidos contra condiciones ambientales desfavorables.

Es importante destacar la necesidad de que la coordinación de laboratorios de la Carrera de Ingeniería Ambiental, principalmente realice inventarios mensuales de los reactivos y de sus residuos, además, contar con una base de datos de los residuos químicos a fin de facilitar la organización al momento de entregar a gestores.

- **Contenedores para residuos especiales**

La generación de residuos especiales se da en períodos específicos, se consideran residuos especiales a “Todos aquellos desechos sólidos que por sus características, peso o volumen, requieren un manejo diferenciado de los desechos sólidos domiciliarios” (Ministerio del Ambiente, 2003).

Entre los residuos especiales que se generan en la UPS es posible encontrar escombros de construcción, residuos de poda o aparatos electrónicos. Dentro de la UPS se recolectan 16,7 kg/día de residuos producto de actividades de jardinería. Respecto a los escombros, se generan alrededor de 17,6 ton/mes y aproximadamente 1.000 unidades de aparatos electrónicos entre los que se puede nombrar CPU's, teclados, monitores, teléfonos, módems, proyectores, entre otros (González & Heredia, 2013, p. 163).

Los escombros se depositan junto a la puerta de acceso sur de la universidad, resguardados ante condiciones meteorológicas comunes, mientras que en el laboratorio L4 del CECASI se disponen temporalmente los equipos y aparatos electrónicos obsoletos, los cuales están adecuadamente protegidos contra posibles condiciones climáticas desfavorables.

Entre las leyes que destacan lineamientos sobre el manejo de residuos especiales se encuentran la Ordenanza Metropolitana No.213, el "Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental" TULSMA y el Acuerdo Ministerial 190 – “Política Nacional de post-consumo de equipos eléctricos y electrónicos en desuso”.

Es posible tomar como referencia a la Ley de Gestión Ambiental (LGA), la cual dentro de sus políticas nacionales dispone:

“Dirigir la gestión ambiental, a través de políticas, normas e instrumentos de fomento y control, para lograr el uso sustentable y la conservación del capital natural del Ecuador, asegurar el derecho de sus habitantes a vivir en un ambiente sano y apoyar la competitividad del país” (Congreso Nacional del Ecuador, 2004).

Precisamente, los residuos eléctricos y electrónicos pueden categorizarse dentro de los residuos sólidos peligrosos y así poseer un soporte mínimo en cuanto a gestión adecuada se refiere, tal y como se cita el art. 153 de la LGA:

“Los desechos peligrosos comprenden aquellos que se encuentran determinados y caracterizados en los Listados de desechos peligrosos y normas técnicas aprobados por la autoridad ambiental competente para la cabal aplicación de este reglamento” (Congreso Nacional del Ecuador, 2004).

También fue indispensable que la frecuencia de recolección sea adecuadamente diseñada para no incurrir en errores a la hora de preparar las características de diseño y el lugar en el que serán ubicados los residuos temporalmente.

Para los residuos de jardinería, se consideró pertinente el diseño específico de un contenedor en el cual se coloquen los restos de césped y de materia orgánica (madera, hojarasca). Este contenedor puede colocarse en el acceso sur del campus, cercano a la caseta de guardianía, ya que en este sitio el tránsito de individuos es bajo.

El volumen de los contenedores fue determinado de acuerdo a la generación de estos residuos. Su período de recolección también debe ser evaluado de acuerdo a la ecuación de tiempos de trayecto, y a otros posibles tiempos que se considere que afecten al rendimiento de recolección.

Tabla 14. Variante de la composición de residuos sólidos comunes (jardinería y poda) generados por las áreas libres de la UPS-Q-SUR

Detalle	Cantidad	Unidad
Volumen de generación promedio mensual	2,50	m ³ /mes
Densidad aproximada	200	kg/m ³
Generación mensual de material de poda	500	Kg/mes

Fuente: (González & Heredia, 2013, p. 148)

Y al reemplazar el volumen de generación de residuos de poda en la ecuación 4, se obtiene el siguiente valor:

$$V_D = 3,125 \text{ m}^3$$
$$V_D = 3.125 \text{ l} > 3.000 \text{ l}$$

Por lo que el volumen final de diseño del contenedor se llevó a cabo con una capacidad máxima de 3.000 litros, observable en el anexo 5.

La elección de un factor de seguridad de 1,25 se fundamentó en las características de los residuos de poda, dado que se conoce el volumen de generación exacto y su grado compactación al ser introducidos en costales o bolsas de basura. Por esta razón la seguridad en el diseño no necesitó ser mayor.

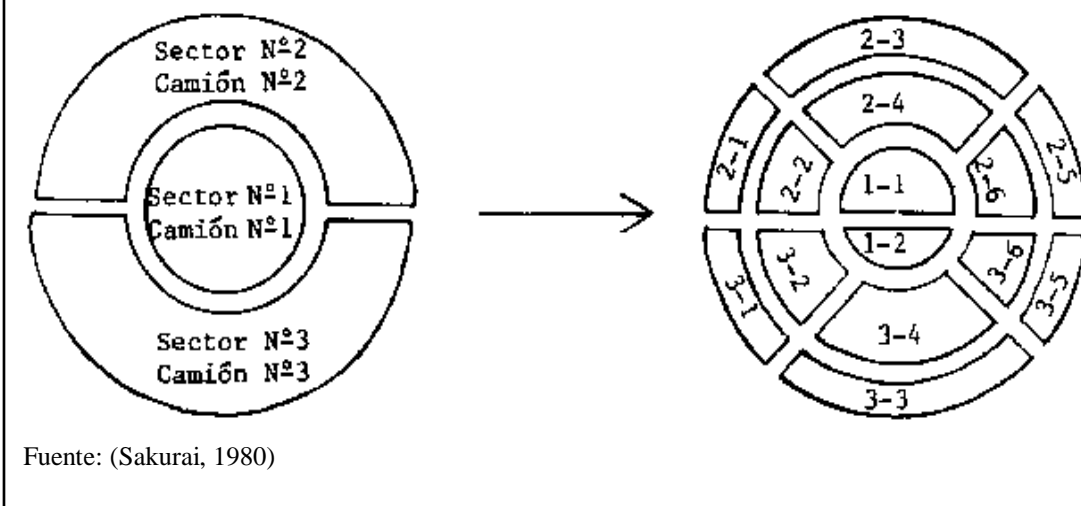
3.3.2. Diseño de procesos de recolección.

Para tener la certeza de que se está llevando a cabo una correcta gestión de residuos sólidos, es fundamental enfocar la atención a todos los componentes del sistema de gestión, pero poniendo especial énfasis en los procesos de recolección. El diseño de los procesos de recolección representa una parte importante de la definición del sistema de gestión integral de residuos sólidos, sin importar el tamaño del área de estudio, este diseño debe ser acorde a sus características y particularidades.

La sectorización es la primera etapa del diseño de las rutas, la cual consiste en dividir el sitio de estudio en sectores, de manera que cada sector asigne a cada equipo o en este caso a los operarios de recolección una cantidad más apropiada de trabajo, utilizando toda su capacidad.

De acuerdo a su tamaño, un sector puede ser dividido en varios subsectores, tal como se muestra en la siguiente figura, procurando cada uno de ellos un trabajo completo para un viaje de recolección.

Figura 10. Ejemplo de la sectorización del área de estudio



Los procesos de recolección abarcaron la definición de los rendimientos diarios de trabajo, tiempos de traslado, frecuencia de recolección y el respectivo diseño.

3.3.2.1. Rendimiento diario de recolección.

El rendimiento diario de recolección se mide contando el tiempo transcurrido desde que se recoge el primer recipiente hasta el último, para posteriormente trasladar los residuos al sitio de almacenamiento temporal.

Como primer paso es importante utilizar los datos de generación diaria de residuos sólidos, en la cual se obtiene la sumatoria total de la cantidad de residuos generada diariamente medida en kilogramos de residuos por día (kg/día).

La segunda variable proviene del tiempo de trabajo en un día (h/día), es decir del tiempo durante el cual se lleva a cabo el proceso de recolección en un día durante el cual se cumplen las actividades normalmente.

El horario de trabajo en el cual el personal de limpieza de la empresa SERPROL CIA LTDA., lleva a cabo sus labores se encuentra especificado en la siguiente tabla:

Tabla 15. Personal administrativo y de limpieza de SERPROL CIA. LTDA

Área asignada	Horario	Cargo
Campus sur	Personal del día y tarde	
	Patricio Arias	Supervisor
Bloque A	Personal del día	
	7am a 1pm	4 auxiliares de limpieza
	Personal de la tarde	
	3pm a 10pm	5 auxiliares de limpieza
Bloques: B, C, D, E y H (Pastoral)	Personal del día	
	7am a 1pm	3 auxiliares de limpieza
	Personal de la tarde	
	3pm a 10pm	2 auxiliares de limpieza
Bloque F	Personal del día y tarde	
	7am a 1pm / 3pm a 10pm	1 auxiliar de limpieza
Bloque G	Personal del día	
	7am a 1pm	2 auxiliares de limpieza
	Personal de la tarde	
	3pm a 10pm	2 auxiliares de limpieza

Fuente: (González & Heredia, 2013, p. 74)

Según lo reflejado en la tabla, los tiempos máximos de trabajo considerados son de 6 horas en el horario matutino de 7 am hasta 1 pm, por otro lado es de 7 horas en el lapso vespertino de 3 pm hasta 10 pm.

Mientras tanto para la generación promedio diaria de residuos sólidos, se tomó un valor de 80,20 kg de residuos/día, el cual es el valor de la generación diaria para el año 2012 (González & Heredia, 2013, p. 163).

Para la obtención del rendimiento, existió la necesidad de obtener un valor fijo, razón por la cual se calculó un promedio entre estos dos datos, dando como resultado 6,5 horas laborables, siendo este el horario de trabajo con el que se procedió a calcular el rendimiento de recolección.

La ecuación utilizada para calcular el rendimiento de recolección es la siguiente:

Ecuación 6: Ecuación de rendimiento de recolección de residuos

$$\text{Rendimiento de recolección} = \frac{\text{kg R.S día}}{\text{h/día}}$$

(Sánchez, 2013)

Donde:

Kg R.S/día= Es la generación de residuos sólidos por día.

h/día= Tiempo de trabajo en un día.

Reemplazando los valores en la ecuación 6 se conoció que en toda la extensión del campus universitario se recolectan 12,34 kg. R.S/h durante la jornada de labores del personal de limpieza.

3.3.2.2. Distribución de tiempos de trabajo.

Para conocer concisamente como se realiza la distribución de actividades individuales de los operarios, se levantaron datos a través de encuesta a los trabajadores. Según la entrevista, se conoció que acorde a su criterio y experiencia, el uso del tiempo de trabajo varía de acuerdo al bloque en el cual desempeñan sus labores.

La distribución individual del trabajo está dada para que una persona realice sus actividades por cada piso, lo cual se ve mayormente acentuado en los dos edificios que cuentan con mayor extensión de superficie (Bloque A, bloque G).

El tiempo promedio que cada operario emplea en limpiar un aula o una oficina es de 6 minutos, para concebir adecuadamente la distribución del tiempo de los trabajadores se dividió en sub-tareas para así entender la dimensión de su trabajo.

La sumatoria de tiempos generará una relación de tiempo por actividad versus la sumatoria de dichos tiempos para así saber el porcentaje representativo de trabajo y, tener clara la magnitud de las labores de recolección, barrido y limpieza de los operarios., al cómputo de datos se han incorporado los tiempos muertos obligados dentro del movimiento, para su definición se escogió un rango porcentual que va de 5 a 10%.

Se ha tomado como referencia al primer piso del Bloque A porque permite tener una mayor perspectiva en desempeño de labores, este piso posee 11 aulas de clase y un pasillo de 61,2 metros de longitud.

La utilización del bloque A para el análisis se produjo gracias a que dentro de este edificio se desarrollan las actividades durante mayor tiempo y, es posible tener una perspectiva especialmente amplia en términos de desempeño de labores.

Tabla 16. Distribución de tiempos de trabajo – Primer piso, bloque A

Actividad	Tiempo global (min)	Tiempo por actividad (min)	Porcentaje (%)
Barrido y recolección en aulas*	160	66	41,2
Barrido y recolección en corredores**		15	9,4
Barrido y recolección en baños		10	6,3
Limpieza y desinfección de aulas*** y corredores		59	36,8
Recorrido a pie		10	6,3
Porcentaje total			100
*: Valor promedio de cantidad de aulas: 11 aulas			
**: Valores obtenidos de acuerdo al promedio de la cantidad de aulas			
***: Valor promedio de limpieza y desinfección: 15 minutos			

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Los edificios restantes presentan valores que están dentro de los rangos, los cuales varían de forma mínima dependiendo de su superficie y del nivel de limpieza que deba llevarse a cabo dentro de ellos.

3.3.2.3. *Tiempos de trayecto.*

El tiempo que se emplea para efectuar la recolección debió ser definido de acuerdo a la capacidad de recolección de cada operario la cual está dada en kilogramos de residuos, y también en función del rendimiento.

El tiempo de trayecto se define como el tiempo total que el personal de limpieza utiliza desde el inicio de las actividades de recolección de los residuos a través de cada uno de los espacios que han sido asignados a su cargo, hasta llevarlos al sitio de almacenamiento temporal de los residuos sólidos.

El cálculo de los tiempos de trayecto está dado por la ecuación de transporte (h), descrita a continuación:

Ecuación 7: Ecuación de transporte

$$\text{Ecuación de transporte } (h) = a + (b.X)$$

(Sánchez, 2013)

Donde:

a: Tiempo que le toma cumplir con el trayecto (h/trayecto)

b: Tiempo por km. recorrido (h/km)

X: Longitud del trayecto: (km/trayecto)

Este tiempo se definió al realizar el seguimiento al trabajo de los operarios, con el respectivo cálculo del tiempo que les toma llevar a cabo la totalidad de las actividades de recolección de los desechos.

Resulta preciso conocer la velocidad de recolección de residuos, es decir la velocidad a la cual el personal de recolección se traslada entre el inicio de ruta con todos sus materiales e implementos de limpieza, hasta los sitios de recolección, para posteriormente dirigirse hacia el sitio de almacenamiento temporal de R.S.

La velocidad promedio de un ser humano al caminar es de 4 km/h, pero para el estudio dicho valor fue reducido a 2 km/h considerando la existencia de factores determinantes en su disminución entre los cuales se menciona: Carga de implementos de limpieza y recolección (fundas plásticas, escoba, pala, trapeador, desinfectantes), la afluencia de personas, los tiempos muertos, entre otros.

Es también de suma importancia puntualizar la ubicación exacta de los implementos de limpieza que cada uno utiliza para el efecto, en el interior del campus de la universidad se localizan tres bodegas en las cuales están almacenados todos los materiales y equipos de limpieza que utilizan los trabajadores de la empresa SERPROL CIA. LTDA. Las bodegas de almacenamiento se localizan en los edificios enumerados en la siguiente tabla:

Tabla 17. Bodegas de almacenamiento de materiales y equipos de limpieza de SERPROL CIA. LTDA

Bodega	Ubicación	Áreas de abastecimiento
1	Bloque A	Bloque A
2	Bloque G	Bloque G
3	Bloque D (Auditorio)	Bloque B
		Bloque C
		Bloque D (Auditorio)
		Bloque E (Laboratorio de Suelos)
		Bloque F
		Bloque H (Pastoral)

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

a) Bodega No.1: Bloque A

Esta bodega se localiza en la primera planta del Bloque A junto a los ascensores, se ingresa a ella por un pasillo hacia la derecha.

b) Bodega No.3: Bloque D

La ubicación de la bodega de implementos de limpieza perteneciente al bloque D es por debajo de las escaleras que conducen hacia el Auditorio P. Carollo.

c) Bodega No.2: Bloque G

Según entrevista realizada a los trabajadores de aseo, los implementos y equipos de limpieza son almacenados en los baños para personas con capacidades diferentes de cada piso, debido a que la bodega específica no se ha entregado.

La distribución espacial de los edificios permite que las distancias recorridas desde las bodegas de almacenamiento de implementos de trabajo hasta la recolección de residuos propiamente dicha no sean considerables y, facilita las labores en tiempos adecuados sin comprometer las demás tareas que tienen a su cargo.

Al concluir las actividades de recolección tanto en aulas como en los corredores de los edificios, el personal operativo se dirige con sus implementos y fundas de basura hacia el sitio de almacenamiento temporal en los exteriores de la puerta de ingreso sur a la UPS, en la calle Matilde H. de Procel. Como punto de referencia, está una caseta de guardia del bloque de Laboratorio de Suelos.

Este sitio de almacenamiento cuenta con dos contenedores de basura municipales, los cuales forman parte del proyecto de contenerización actual que lleva a cabo el Municipio del DMQ, a través de la EMASEO EP. Este proyecto se extiende en las zonas de: Quitumbe, Turubamba, Parque Lineal, Solanda, Mercado Mayorista y Quito Sur (Empresa Pública Metropolitana de Aseo [EMASEO-EP], 2012).

Para calcular el tiempo de trayecto se realizó el seguimiento físico a las actividades del personal de limpieza con el objetivo de establecer las variaciones de tiempo; a continuación se describe la puesta en marcha del seguimiento físico al personal de limpieza de la siguiente manera:

1. Se procedió al registro del tiempo con un cronómetro y una libreta de anotaciones para el registro de los datos, comenzando desde la bodega de almacenamiento del bloque A.
2. Se realizó la medición del tiempo en cada aula de las tareas de barrido, volteo de los contenedores de basura, y limpieza.
3. En los corredores se realiza idénticamente el trabajo de limpieza de aulas.
4. Al finalizar las operarias se dirigieron hacia el sitio de almacenamiento temporal de los residuos sólidos con las fundas de los desechos de recolección y los depositaron dentro de los contenedores de basura.

Cabe recalcar que las actividades de limpieza se realizan diariamente, en el horario matutino o vespertino según lo posible, por la afluencia de estudiantes entre horas de clase. Al efectuar la entrevista y el seguimiento de tiempos al personal de recolección

y emplear la información generada en la tabla 16, se prosiguió a detallar el tiempo de barrido y recolección, información que se plasmó en la siguiente tabla.

Tabla 18. Registro de control de tiempos de barrido y recolección

Edificio	Piso	Área	Salones* (min)	Pasillo (min)	Baños (min)	Total (min)
Bloque A	PB	- 5 Oficinas - 1 Cocina - 2 Baños	36	20	15	71
	1	- 11 Aulas - 2 Baños	66	15	20	101
	2	- 11 Aulas - 2 Baños	66	15	20	101
	3	- 11 Aulas - 2 Baños	66	15	20	101
	4	- 10 Aulas - 2 Baños	60	15	20	95
	5	- 12 Aulas - 2 Baños	72	15	20	107
	Promedio del bloque					96
Bloque B	PB	- 5 aulas - 2 baños	30	10	20	60
	1	- 7 aulas - 2 baños	42	10	20	72
	Promedio del bloque					66

Tabla 18. Registro de control de tiempos de barrido y recolección (Continuación...)

Bloque C	PB	- 6 Aulas - 2 Baños	36	10	20	66
	1	- 8 Aulas - 2 Baños	48	10	20	78
	Promedio del bloque					72
Bloque D	PB	- 4 Aulas - 2 Baños	24	10	20	54
	1	- Auditorio	50	10	-----	60
	Promedio del bloque					57
Bloque E	PB	- 2 oficinas - 1 laboratorio	18	10	10	38
	1	- 3 oficinas - 1 laboratorio	24	10	-----	34
	Promedio del bloque					36
Bloque F	PB	- 3 oficinas - 4 laboratorios - 1 baño	42	10	10	62
	1	- 5 aulas - 2 baños	30	10	20	66
	Promedio del bloque					64
Bloque G	PB	- 7 aulas - 2 baños	42	15	20	77
	1	- 7 aulas - 2 baños	42	15	20	77
	2	- 8 aulas - 2 baños	48	15	20	83

Tabla 18. Registro de control de tiempos de barrido y recolección (Continuación...)

Bloque G	3	- 8 aulas - 2 baños	48	15	20	83
	Promedio del bloque					80
Bloque H	PB	- 4 aulas - 2 oficinas - 2 baños	36	10	15	61
	Promedio del bloque					61

Nota: *: La columna perteneciente a “Salones”, se utilizó para expresar conjuntamente tanto aulas, como oficinas y/o laboratorios.

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Se emplearon cada una de las distancias, medidas en kilómetros y se las dividió para el valor de la velocidad de una persona al caminar el cual fue tasado en 2 km/h. Este procedimiento de cálculo fue llevado a cabo utilizando la ecuación:

Ecuación 8: Ecuación de cálculo de velocidad

$$V = \frac{S}{t}$$

Fuente: (Vallejo & Zambrano, 2005, p. 80)

Donde:

V= Velocidad (km/h)

S=Distancia (km)

t=Tiempo (h)

Es necesario realizar el despeje de la variable de tiempo de la ecuación 8 para definir el tiempo del bloque A; este cálculo se detalla a continuación:

- **Bloque A**

$$t = \frac{0,186 \text{ km}}{2 \text{ km/h}}$$

$$t = 0,0928h \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$t = 5,6 \text{ min}$$

Por lo que el tiempo necesario para que los R.S sean llevados hacia el sitio de almacenamiento temporal es de 5 minutos 36 segundos.

Para la construcción de la ecuación de transporte (ecuación 7), se analizaron los resultados obtenidos de la tabla detallada a continuación:

Tabla 19. Tiempos de trayecto y de actividades de recolección y limpieza por cada edificio del campus de la UPS-Q-SUR

Edificio	Piso	Tiempo desde Bodega a Piso (min)	Tiempo de Recolección y Barrido (min)	Recorrido “Edificio-Punto de almacenamiento temporal (km)	Tiempo de traslado a Punto de almacenamiento temporal (min)	Tiempo total (min)
Bloque A	PB	1	71	0,186	5,6	77,6
	1	1	101			107,6
	2	1	101			107,6
	3	1	101			107,6
	4	1	95			101,6
	5	1	107			113,6
	Promedio del bloque					102,6
Bloque B	PB	3,1	60	0,140	4,2	67,3
	1	3,1	72			79,3
	Promedio del bloque					73,3

Tabla 19. Tiempos de trayecto y de actividades de recolección y limpieza por cada edificio del campus de la UPS-Q-SUR (Continuación...)

Bloque C	PB	3,9	66	0,063	1,9	71,8
	1	3,9	78			83,8
	Promedio del bloque					77,8
Bloque D	PB	1	54	0,141	4,2	59,2
	1	1	60			65,2
	Promedio del bloque					62,2
Bloque E	PB	3,7	38	0,045	1,3	43
	1	3,7	34			39
	Promedio del bloque					41
Bloque F	PB	5	62	0,113	3,3	70,3
	1	5	66			74,3
	Promedio del bloque					72,3
Bloque G	PB	1	71	0,293	8,8	80,8
	1	1	77			86,8
	2	1	83			92,8
	3	1	77			86,8
	Promedio del bloque					86,8
Bloque H	PB	5,8	61	0,140	4,2	71
	Promedio del bloque					71

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

De acuerdo a los datos presentados en la tabla 19 el procesamiento de los datos definió al Bloque A como el poseedor del mayor tiempo de trayecto desde que se inicia el camino en la bodega de almacenamiento de materiales y equipos de limpieza hasta el sitio de almacenamiento temporal de R.S, dicho valor está dado en 102,6 minutos o, 1h 42m 36s por trayecto.

El cálculo del tiempo de trayecto se hizo con la ecuación de transporte. Las variables necesarias para la construcción de esta ecuación se definen en los siguientes literales:

- **Tiempo para cumplir con el trayecto (a)**

El tiempo necesario para el cumplimiento del trayecto se determinó tomando como referencia el tiempo más alto o, que también puede ser llamado como el de menor eficiencia; el tiempo escogido fue el del bloque A con 102,6 min/trayecto.

Este resultado se obtuvo previa sumatoria de la cantidad de tiempo que ocupan los operarios en trasladarse desde cada bodega de almacenamiento hasta los bloques asignados para cada trabajador, se agregaron los tiempos de desempeño de las actividades (barrido, desinfección y limpieza, recolección de desechos) y finalmente, se adicionó el tiempo que les lleva el traslado de los residuos hasta el sitio de almacenamiento temporal.

Para definir el tiempo de cumplimiento del trayecto, se utilizaron los resultados del bloque A en la tabla 19 obteniendo el siguiente valor:

$$\frac{102,6 \text{ min/trayecto}}{60 \text{ min}} \cdot 1 \text{ h} = 1,71 \text{ h}$$

Como resultado, el tiempo para cumplir con el trayecto es de:

$$\mathbf{a = 1,71 \text{ h/trayecto}}$$

- **Tiempo por km recorrido (b)**

Como se ha expuesto anteriormente, el trayecto que deben cumplir los operarios no representa una longitud significativa, lo que disminuye el tiempo empleado, para calcular el tiempo necesario para recorrer un kilómetro, se procedió a trabajar a partir

de la mayor distancia recorrida desde la bodega de almacenamiento de materiales de limpieza hasta el sitio de almacenamiento final de los R.S. El valor a utilizar fue de 86,8 minutos en 0,293 km. del trayecto perteneciente al bloque G.

Se realizó la división del bloque G, dado que la variable de tiempo por km. recorrido (b), debe expresarse respecto a cada kilómetro.

Por lo que la variable queda definida con el siguiente valor:

$$b = \frac{86,8 \text{ min}}{0,293 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

$$\mathbf{b = 4,93 \text{ h/km}}$$

Se necesitan 296,25 minutos para recorrer una distancia de un kilómetro en el trayecto de recolección de residuos y el conjunto de actividades que comprende.

- **Longitud del trayecto (X)**

La distancia para cumplir con el trayecto, no tiene valores con rangos tan amplios o un valor significativo, se mantiene una uniformidad entre todos los datos referidos a distancias recorridas.

Para determinar la variable de longitud del trayecto se escogió al bloque G, definiéndose en:

$$\mathbf{X = 0,293km/trayecto}$$

De manera que al reemplazar los valores especificados en las tres variables anteriores en la ecuación de transporte (ecuación 7), se obtuvo un tiempo de trayecto ideal de 92,85 min, es decir de 1h 33min.

3.3.2.4. Frecuencia de recolección.

La frecuencia de recolección es proporcional a la cantidad de residuos generada, es decir, depende de la tasa de generación de residuos o PPC (kg/hab.día). Alrededor del 60% del presupuesto destinado para la gestión de R.S se gasta en la recolección de los mismos.

Para poder definir una frecuencia de recolección adecuada, es necesario conocer las características del lugar en el que se aplica el SGIRS. Dadas las características más relevantes, se pueden presentar escenarios de recolección diaria o alternada dependiendo la clase de zona, tal como se presenta a continuación:

- Zonas centrales (recolección diaria)
 - Tasas > 1 kg/hab.día.
 - Población mayor.
- Zonas residenciales (recolección alternada)
 - Tasas < 1 kg/hab.día.
 - Población menor.

Y entre otros factores es posible apreciar: el clima, la capacidad de la prestación del servicio, los hábitos y convivencia de la comunidad.

El periodo máximo de recolección se obtiene de acuerdo a:

- ✓ El tiempo que pueda almacenarse los residuos en un depósito de dimensiones razonables y manejables por los operadores de recolección.
- ✓ El tiempo en que los desperdicios orgánicos al descomponerse puedan producir olores bajo condiciones normales de almacenamiento.

Para el caso de estudio del campus sur de la UPS es importante recalcar que el tránsito y las actividades estudiantiles y administrativas se realizan a diario, si bien el clima en épocas de verano es relativamente estable, en épocas lluviosas, los contenedores pueden verse cubiertos de agua y alcanzar a los residuos en su interior.

Cabe reiterar que uno de los objetivos de un SGIRS es mantener constantemente una alta eficiencia en términos de recolección y limpieza, almacenamiento temporal, tratamiento y disposición final, por lo cual se deben mejorar las rutas de recolección.

La recolección diaria se presenta como la elección más adecuada, en términos de funcionalidad, salubridad y estética.

3.3.2.5. Horarios de recolección.

El horario de recolección también se convierte en un factor de diseño importante, existen dos posibles horarios de recolección. El primero de ellos es el horario diurno (7am a 4 pm), el cual representa facilidades para los trabajadores en cuanto al traslado hacia su lugar de trabajo. En cuanto al horario nocturno (8 pm a 5 am), las ventajas que presenta es la obtención de un mayor rendimiento, ya que las aulas se encuentran despejadas, y de esta manera el personal de limpieza lleva a cabo su labor de manera más eficiente.

El horario de recolección que está implantado en la UPS es dividido en limpieza matutina y limpieza vespertina; esta subdivisión se puntualiza en la tabla 20.

Tabla 20. Horarios diurnos y nocturnos de limpieza de instalaciones

Actividades		Limpieza matutina (Hora)	Limpieza vespertina (Hora)
Aulas	Barrido y recolección	11 am	4:30 pm
	Desinfección y limpieza	-----	5:30 pm
Corredores	Barrido y recolección	10 am	6 pm
	Desinfección y limpieza	11:30 am	7:30 pm

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Se expresa que los horarios de recolección implantados actualmente son los más adecuados a pesar de no ser totalmente estables; su aparente fluctuación está dada debido a la alta complicación de realizar la limpieza durante un lapso determinado.

Los horarios presentados en la tabla 20 representan una aproximación; en el caso de las aulas esto se debe al tránsito de estudiantes durante los cambios de hora y su permanencia en los cursos, es muy común que los operarios de limpieza tengan que realizar la recolección de forma apresurada, aprovechando los cambios de hora o los momentos en que las aulas se encuentran vacías.

Para la limpieza de corredores, la situación es más manejable por la menor cantidad de personas que circulan durante el día, de forma que el personal de limpieza facilita sus labores de barrido, recolección y limpieza diaria.

3.3.2.6. Sistema administrativo.

En la gestión de los R.S se deben tomar en cuenta aspectos importantes como son la descentralización del servicio, es decir que es conveniente que este manejo sea realizado por una empresa externa, además que la descentralización de la gestión de los residuos no permanezca únicamente enfocada en el aspecto técnico de manejo, sino también en el aspecto financiero. Esta descentralización conjunta debe procurarse para garantizar el buen funcionamiento, además de la eficiencia y eficacia en la administración de los desechos sólidos generados diariamente dentro del campus, lo cual demostraría la necesidad de fiscalización por parte de la Universidad Politécnica Salesiana para la presentación de informes de labores por parte del representante de la empresa externa encargada, SERPROL CIA. LTDA.

3.3.2.7. Trazado de rutas de recolección.

El trazado de rutas es muy importante al momento de diseñar el sistema de recolección de residuos sólidos. Las rutas de recolección deben procurar cumplir con la mayor efectividad posible.

Para que el desempeño de actividades sea eficaz, se analizaron los tiempos de cumplimiento de las actividades con su posterior reorganización, con base en la cercanía de ubicación entre los distintos bloques.

- **Ruta continua**

El diseño más eficiente de las rutas de recolección de residuos sólidos se planificó de manera que los procesos de recolección sean los más eficientes en la medida de lo posible. El procedimiento elegido fue la búsqueda de aumento de la eficiencia después de analizar los resultados de tiempos de trayecto de la recolección y limpieza de los edificios para que la reorganización de los trayectos de limpieza y sus responsables se faciliten.

Para determinar el mejor conjunto de rutas de recolección se procede a definir las basándose en el cálculo de subsectores, es decir, los sectores dentro del campus universitario donde se van a desarrollar las actividades de recolección, y desde los cuales se va a trasladar los desechos hasta el sitio de almacenamiento temporal, lo cual lleva a la definición e identificación de sectores de recolección.

Para el caso de estudio actual, se siguió el procedimiento el presentado a continuación:

1. Para empezar fue esencial considerar el conjunto de características particulares del campus sur de la UPS las cuales se encuentran descritas en la tabla 9. La población 2013, fue calculada en el subcapítulo de “Proyección de la población universitaria”.

El valor de densidad poblacional se obtuvo al dividir la población del año 2013 para el área de terreno que posee el campus. Los datos pertenecientes a: PPC, equipo de recolección disponible, y frecuencia de recolección, fueron tomados del “Estudio de caracterización y cuantificación de residuos sólidos y líquidos de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito, campus sur.”(González & Heredia, 2013).

Y finalmente, el valor de la capacidad por viaje, fue de 25 kg/viaje, de acuerdo a lo enmarcado en el capítulo V, art. 128 del “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Decreto Ejecutivo 2393.”

2. Se procedió a aplicar la siguiente ecuación para la determinación de la cantidad de residuos que se generan en la primera recolección:

Ecuación 9: Ecuación de cálculo de residuos en la primera recolección

$$kg/1^{era} recolección = A . \delta pob . PPC . fr$$

Fuente: (Sánchez, 2013)

Donde:

A = Superficie total del lugar (km^2).

δpob = Densidad poblacional (hab/km^2).

PPC = Producción Per Cápita de residuos ($\text{kg}/\text{hab.día}$).

fr = Frecuencia de recolección ($\text{días}/1^{\text{era}} \text{ recolección}$).

Reemplazando los datos de la tabla 8 en las respectivas variables de la Ecuación 9 se obtiene:

$$\text{kg}/1^{\text{era}} \text{ recolección} = 42,457 \text{ km}^2 \cdot 206,44 \frac{\text{hab}}{\text{km}^2} \cdot 0,02 \frac{\text{kg}}{\text{hab} \cdot \text{día}} \cdot \frac{0,5 \text{ días}}{1^{\text{era}} \text{ recolección}}$$

$$\text{kg}/1^{\text{era}} \text{ recolección} = \mathbf{87,64 \text{ kg}/1^{\text{era}} \text{ recolección}}$$

Dejando como resultado que al ser una recolección diaria, cada jornada se recolectan 87,64 kg de residuos sólidos.

3. Habiéndose calculado el valor de la cantidad de residuos sólidos en la primera recolección, se prosiguió a la determinación del número de subsectores a ser considerados, esta determinación se realizó con la siguiente relación:

$$\left(175,3 \frac{\text{kg}}{1^{\text{era}} \text{ recolección}}\right) : \left(\frac{25 \text{ kg}}{\text{viaje}}\right) : \left(1 \frac{\text{viaje}}{\text{subsector}} \cdot 1^{\text{era}} \text{ recolección}\right)$$

$$\text{Subsectores} = 7,012 > \mathbf{7 \text{ subsectores}}$$

Es decir que en total, existen 7 subsectores de recolección en los que el área total de recolección del campus debe ser dividida, se han separado los edificios de tal manera que el número de subsectores los abastezca sin problemas.

Tabla 21. Asignación de los edificios del campus a cada subsector de recolección

Subsectores	Edificios
1	Bloque A
2	Bloque B
3	Bloque C
4	Bloque D
5	Bloque E y Bloque F
6	Bloque G
7	Bloque H

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

El Subsector 5 unificó los bloques E y F, esta fusión de rutas se realizó gracias a la cercanía entre estos edificios y a un tiempo de recolección mínimo de cada uno; los subsectores quedan ilustrados en el anexo 6.A continuación se describen los tiempos totales de recolección de R.S y limpieza de cada edificio:

Tabla 22. Tiempos de trayecto y actividades de recolección por subsector específico

Bloque	Piso	Trayecto Bodega - Piso (min)	Tiempo de limpieza (min)	Recorrido: Edificio- Punto de almacenamiento temporal (km)	Traslado a Punto de almacenamiento temporal (min)	Tiempo total (min)
A	PB	1	71	0,186	5,6	77,6
	1	1	101			107,6
	2	1	101			107,6
	3	1	101			107,6
	4	1	95			101,6

	5	1	107			113,6
	Promedio del subsector 1					102,6

Tabla 22. Tiempos de trayecto y actividades de recolección por Subsector específico
(Continuación...)

B	PB	3,1	60	0,140	4,2	67,3
	1	3,1	72			79,3
	Promedio del subsector 2					73,3
C	PB	3,9	66	0,063	1,9	71,8
	1	3,9	78			83,8
	Promedio del subsector 3					77,8
D	PB	1	54	0,141	4,2	59,2
	1	1	60			65,2
	Promedio del subsector 4					62,2
E	PB	3,7	38	0,123	3,7	45,4
	1	3,7	34			41,4
F	PB	5	62			70,7
	1	5	66			74,7
	Promedio del subsector 5					116,1

Tabla 22. Tiempos de trayecto y actividades de recolección por Subsector específico (Continuación...)

G	PB	1	71	0,293	8,8	80,8
	1	1	77			86,8
	2	1	83			92,8
	3	1	77			86,8
	Promedio del subsector 6					86,8
H	PB	5,8	61	0,140	4,2	71
	Promedio del subsector 7					71

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Al realizar la unificación de las actividades en los bloques E y F, pertenecientes al subsector 5, es posible observar que desplaza al tiempo del subsector 1 para ser el subsector donde el tiempo de trayecto y de actividades de recolección y limpieza es el mayor, este tiempo es de 116,1 minutos o 1h 56m 6s.

Al profundizar en la descripción de la ruta de recolección de cada edificio, fue necesario realizar el dibujo de los planos en el software AutoCAD, para tener una concepción más práctica del correcto trayecto de recolección dentro de cada uno de los pisos que conforman un edificio.

El esquema de los planos presenta a cada uno de los respectivos niveles en una vista en planta o superior. A continuación se presenta el plano perteneciente a la planta baja del bloque administrativo o bloque A. Los planos de las rutas de recolección restantes serán incluidos en el anexo 7.

- **Final de ruta y sitio de almacenamiento temporal**

Se debe realizar una ruta de tal manera que el sitio en el que se hace la última recolección sea el más cercano con el lugar de almacenamiento temporal de los residuos sólidos.

La disposición espacial de los edificios hace que las rutas que los operarios deban recorrer para trasladarse con las bolsas de residuos hasta el lugar de almacenamiento temporal no sean únicas. La ubicación actual de los contenedores del sitio de almacenamiento temporal es la idónea y no altera significativamente el entorno, ya que no alberga tránsito peatonal ni vehicular.

3.3.2.8. Planificación de la recolección.

Dentro de los puntos a considerar para planificar la recolección de residuos sólidos, es importante definir los siguientes:

- **Definición del sistema diario**

Se refirió al ciclo de circulación diario que debe ser seguido, el cual en el caso de recolección manual e individual, como es el caso de la UPS, no presentaría una relevancia significativa dada la facilidad de traslado individual de cada uno de los operarios que efectúan la recolección y limpieza.

- **Identificación de grandes productores**

Consistió en identificar los lugares que poseen la mayor generación para maximizar la eficiencia de la recolección en dicho lugar, y optimizar también las rutas de recolección.

Tal como se analizó en la tabla 20, debido a su infraestructura más amplia, los bloques A y G son los más grandes productores de residuos, lo cual es cubierto con personal de recolección más numeroso, en relación al de los edificios restantes.

- **Características topográficas**

La definición de las características topográficas es fundamental para el diseño de las rutas de recolección y la distribución espacial de los contenedores, algunos factores

a considerarse para la correcta planificación de la recolección de residuos son: La existencia de pendientes pronunciadas, accidentes geográficos, la identificación de los límites naturales presentes en el predio, etc.

3.3.3. Diseño de sistemas de tratamiento y aprovechamiento.

Para que los residuos sólidos se manejen convenientemente es importante que reciban un tratamiento mínimo en la fuente de generación. La segregación es la alternativa más ventajosa pues no representa los costos que tendría un tratamiento, y más aún cuando en la universidad no se cuenta con un presupuesto propio para su puesta en marcha.

- **Centro de reciclaje**

Se creará un área denominada “Centro de reciclaje”, dentro de la cual se hará la segregación de los residuos reciclables, que provengan de la recolección diaria de R.S en los espacios del campus sur.

Para esta labor se recomienda utilizar personal perteneciente a la misma universidad, concretamente la intervención de estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental, apoyados en la gestión del Club ecológico de la UPS; estas tareas podrían contar como actividades académicas de refuerzo de los conocimientos adquiridos de forma teórica, o como prácticas pre-profesionales o de vinculación con la colectividad, además de evitar un incremento en los costos de inversión.

Previo a su trabajo recibirán capacitación acerca de las nociones básicas de segregación de material reciclable, por parte del docente encargado de las materias relacionadas con residuos sólidos.

Acorde a las normas básicas de seguridad industrial, los estudiantes que participen en estas actividades deberán utilizar overol de trabajo y zapatos de seguridad y EPP's (mascarilla, guantes de seguridad y botiquín de primeros auxilios). Su horario de trabajo puede ser de dos horas diarias durante tres días a la semana, de acuerdo a su disponibilidad y a la flexibilidad horaria.

- **Ubicación del centro de reciclaje**

Es necesario disponer de un área de trabajo en la cual se asentará el centro de reciclaje, la ubicación del punto de acopio estará condicionada por el espacio disponible; se recomienda ubicar el centro de reciclaje en una de las aulas que componen las instalaciones de la escuela Rafael Bucheli, dado que no representan peligro para la salud humana y son residuos de bajo nivel contaminante. Sin embargo, la decisión se tomará de parte de las autoridades de la UPS encargadas del SGIRS conjuntamente con representantes de SERPROL CIA. LTDA.

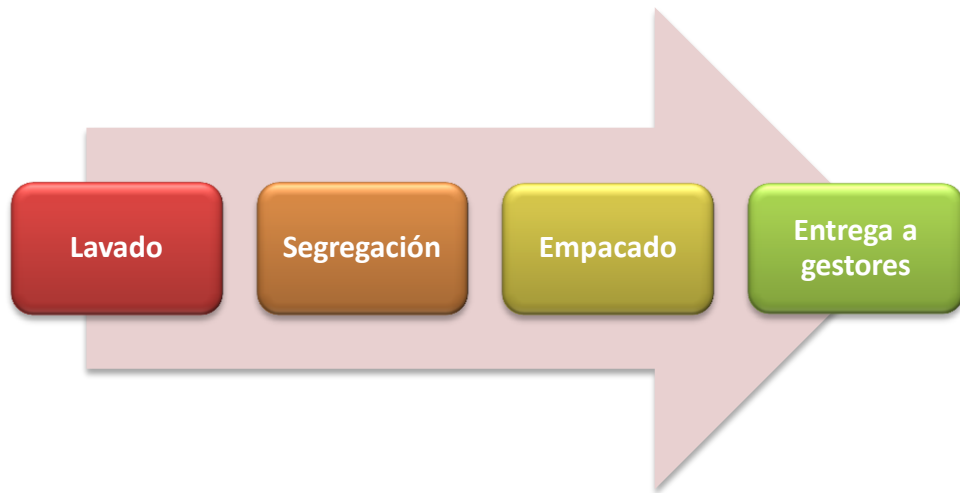
Las actividades de segregación, limpieza y empaclado de los residuos serán llevadas a cabo por tres estudiantes como recicladores en la pila de escombros reciclables; se designará un responsable de llevar el control diario del ingreso del material reciclable en una base de datos.

La división del espacio físico se efectuó de tal forma que el movimiento de los trabajadores no se vea afectado, además de que existan las condiciones adecuadas de ergonomía y seguridad durante las jornadas de trabajo, como se esquematiza en el anexo 8.

El procedimiento específico de trabajo será el siguiente:

1. Los operarios de SERPROL CIA. LTDA transportarán las fundas de basura que contengan los residuos sólidos reciclables desde la fuente por medio de los contenedores diferenciados y los llevarán hasta el centro de acopio de residuos reciclables.
2. Los residuos plásticos y de vidrio serán lavados al ingresar, clasificados y posteriormente dispuestos en sus zonas de empaque.
3. Los residuos de papel serán colocados directamente en el área de trabajo para su segregación de tal manera que se empaquen poco después.
4. Finalmente, al ser empacados, serán entregados a los gestores ambientales calificados que las autoridades encargadas del SGIRS hayan contratado.

Figura 12. Flujo del proceso de segregación de residuos sólidos



Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

- **Análisis económico de rentabilidad:**

Debido a que se va a efectuar la segregación de los residuos reciclables dentro de las instalaciones de la universidad, es necesario realizar un análisis económico básico, para estimar la rentabilidad anual (Ra) y mensual (Rm) de llevar adelante la separación de residuos de manera interna. Se utilizará la ecuación del Punto de equilibrio, la cual se detalla a continuación:

Ecuación 10: Ecuación de punto de equilibrio

$$Rentabilidad = (Gs.Tt.Vu) - Cf$$

Fuente: (Sánchez, 2013)

Donde:

Gs = Ganancia semanal (USD/semana)

Tt = Tiempo de trabajo al año (semanas/año)

Vu = Vida útil del sistema de gestión (años)

Cf = Costo fijo de infraestructura. (USD)

Para calcular la rentabilidad, se utilizaron los siguientes datos:

- **Ganancia semanal:** Los residuos reciclables tienen un valor monetario que se cotiza de acuerdo a la cantidad o peso de residuos que se posee. En Quito son numerosos los gestores ambientales calificados por el Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE), de esta manera el costo promedio por kg. de residuo reciclable es de: USD 0,08/kg (plástico), USD 0,15/kg (papel) y USD 0,02/kg (vidrio). (Reciclar Cia. Ltda, 2009).

La ganancia semanal se ha calculado con los residuos de mayor generación de la tabla 1, utilizando el valor resultante del producto entre el peso neto (kg/semana) y el precio por kg. de residuo.

Tabla 23. Ganancia semanal por kilogramo de residuo reciclable vendido

Tipo de Residuo	Peso Neto (kg/semana)	Costo por kg. de residuo reciclable (USD/kg)	Ganancia semanal (USD/semana)
Plástico	250,32	0,08	20,02
Papel	249,12	0,15	37,37
Vidrio	97,20	0,02	1,94
Ganancia semanal neta (USD.)			59,33

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Siendo USD 59,33 la ganancia que se tendría por una semana de segregación de residuos reciclables.

- **Tiempo de trabajo anual:** Se refiere al número de semanas al año que son laborables para la UPS-Q-SUR. En promedio, este número es de 32 semanas de labores al año(Universidad Politécnica Salesiana, 2013).

- **Vida útil del Sistema de gestión:** El tiempo de vida útil para el que fue diseñado el sistema de gestión que pertenece al presente estudio, este tiempo es de 10 años.
- **Costo fijo de infraestructura:** Representa los gastos incurridos en la adquisición de balanza para el pesaje, mangueras, EPP's, plásticos de recubrimiento, palas, fundas plásticas, tachos industriales de plástico, y misceláneos para la realización de la segregación de los residuos. El costo aproximado es de USD 2.500.

Al reemplazar las variables obtenidas en la ecuación 10 se obtuvo el siguiente valor de rentabilidad anual (Ra):

$$\text{Rentabilidad} = \text{USD } 16.485,60 / 10 \text{ años}$$

$$R_a = \text{USD } 1.648,56$$

$$R_m = \text{USD } 137,38$$

De manera que la inversión realizada como costo fijo por parte de la UPS se recuperaría en 18 meses, con la rentabilidad mensual resultante de los cálculos.

3.3.4. Diseño de la socialización del proyecto.

Es de suma importancia efectuar una capacitación por áreas para poder garantizar que toda la comunidad universitaria se encuentre correctamente informada al respecto del sistema de recolección que va a ser implantado dentro de la universidad y de lo que se desea hacer con los residuos reciclables que se recolecten.

Las capacitaciones serán tanto para la comunidad estudiantil, administrativa, personal de limpieza, y el resto de personas involucradas durante los procesos de generación, recolección, almacenamiento y disposición final de residuos sólidos.

El diseño de la temática para la capacitación se enfocó en cuatro áreas que son descritas en la siguiente figura:

Figura 13. Áreas involucradas en la temática de la capacitación



Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Por factibilidad, se podría planificar capacitaciones, de acuerdo a los niveles de conocimiento que tengan los individuos participantes, y su grado de participación durante el proceso de recolección; es muy importante que se subdividan las capacitaciones en dos grupos:

- **Grupo No. 1:** Conformado por los estudiantes y el personal administrativo y docente, ya que ambos se presentan como el primer paso dentro del modelo de la gestión integral de los residuos sólidos, puesto que son los que generan los residuos al realizar sus actividades diarias.

- **Grupo No.2:** Compuesto por el personal de mantenimiento y el personal de recolección y limpieza, debido a que son los encargados de limpiar las instalaciones y recoger los R.S.

La temática a tratar durante la capacitación tendrá el mismo contenido para ambos grupos. El contenido se detalla a continuación:

Tabla 24. Contenido del taller de socialización del SGIRS

Temática a tratar	Material didáctico	Metodología
1) ¿Qué son los Residuos Sólidos? ¿Cómo se realiza la gestión de los residuos sólidos?	<ul style="list-style-type: none"> - Exposición de diapositivas - Material informativo (volantes, folletos) - Videos 	<ul style="list-style-type: none"> - Exposición y video - Mesa de discusión - Ronda de preguntas
2) ¿De qué forma perjudican los residuos al medio ambiente y a las personas?		
3) Realidad de los residuos sólidos en la UPS: ¿Cuáles residuos se generan en mayor cantidad?		
4) Separación y recolección diferenciada: Importancia para el medio ambiente.		
5) Presentación del nuevo Sistema de Gestión de los Residuos Sólidos en la UPS-Q-SUR		

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

3.3.4.1. Divulgación y promoción del nuevo modelo de sistema de recolección.

Para efectos de difusión de información sobre el SGIRS, se debe incluir dentro de los grupos focales a la comunidad universitaria del campus es decir a estudiantes y docentes de todas las carreras, personal administrativo, personal de recolección y personal de mantenimiento.

La difusión será puesta en marcha a través de distintos medios o canales informativos posibles, como son: afiches, asambleas, hojas volantes, puestos de información, además se realizará una propuesta para la creación de una oficina de información la

cual reciba las quejas y sugerencias que puedan existir y las direcciones hacia los administradores del sistema de recolección de residuos.

3.3.4.2. Plan Estratégico de Implementación del SGIRS.

Como último paso en el proceso se elaboró un Plan Estratégico básico, para tenerlo como base de una futura implantación del SGIRS dentro del campus sur, junto con todas las herramientas que han sido descritas en este proyecto de titulación.

Tabla 25. Plan estratégico de implementación del SGIRS

Actividades	Estrategias	Medios de verificación	Responsables
Socialización inicial del SGIRS	Asamblea con los actores involucrados (Autoridades, estudiantes, administrativos, personal de mantenimiento y de aseo)	Correos electrónicos de confirmación (administrativos), listas de asistencia (estudiantes y demás personal)	Autoridades principales de la UPS y de la carrera de Ingeniería Ambiental
Adquisición de los contenedores de R.S	Búsqueda de proformas, a través de almacenes y/o contacto con empresas proveedoras	Proformas físicas/electrónicas	Departamento administrativo, docente de la materia de Residuos Sólidos de la carrera de Ingeniería Ambiental
Difusión de la implantación del SGIRS	Promocionar el SGIRS a través de stands, hojas volantes, posters y presentación aula por aula	Fotografías y videos sobre las presentaciones, informes	Carolina Guamá Santiago Ordóñez, Docente de Residuos Sólidos de Ingeniería Ambiental, estudiantes voluntarios
Inauguración e instalación del SGIRS	Instalación de los nuevos contenedores en días sin actividades estudiantiles para agilizar el proceso. Acto de Inauguración posterior a la instalación completa y recorrido.	Fotografías y videos sobre la instalación e inauguración	Autoridades principales de la UPS y de la carrera de Ingeniería Ambiental, Carolina Guamá, Santiago Ordóñez, estudiantes voluntarios.

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

CONCLUSIONES

- Al finalizar el trabajo, se obtuvo un valor de recolección diaria de residuos para el año 2013 de 87,64 kg de R.S/día, los cuales a partir de este trabajo, serán correctamente dispuestos. El porcentaje de residuos reciclables es 77,63%, de residuos comunes es el 14,07% y del resto de residuos generados entre peligrosos y especiales es del 8,3%.
- La metodología escogida para el diseño del Sistema de Gestión es la separación de los residuos en: Comunes y Reciclables. Teniendo como ventajas principales: aumento de la vida útil del relleno sanitario, una menor cantidad de residuos sólidos mezclados generados, un valor económico aprovechable dada la segregación interna de residuos que se propone en el campus y, como factor social destacado, es que los gestores pueden obtener ingresos por los residuos sólidos reciclables que les son entregados.
- Se escogió un período de diseño de 10 años puesto que para obras de ingeniería de este tipo en general, el tiempo de vida recomendado va desde los 10 a los 25 años. Además las autoridades de la UPS no contemplan un crecimiento de la población que sobrepase los 5.000 individuos, esto dado que la superficie del campus no abastece para albergar un mayor número de personas.
- El contenedor de residuos sólidos reciclables fue ubicado en: corredores, cafetería y biblioteca ya que poseen una mayor aglomeración de personas, tiene una capacidad de 40 litros. Mientras tanto el contenedor para residuos sólidos comunes se diseñó con dos volúmenes diferentes, el primero con una capacidad de 15 litros para ser ubicado en: aulas y oficinas; y el segundo es de 30 litros de capacidad se ubicará en: corredores, cafetería y biblioteca del campus.
- El contenedor de residuos reciclables posee unas medidas de 25 cm de base, 56 cm de alto y 35 cm de ancho superior. Mientras tanto el primero de los contenedores destinados para los residuos comunes tiene unas medidas de 20 cm de base, 44 cm de alto y 25 cm de ancho superior; y el segundo contenedor que tiene unas medidas de

25 cm de base, 56 cm de alto y 30 cm de ancho superior. Los tres tipos de contenedores de residuos reciclables y comunes tendrán una forma de pirámide invertida truncada y junto a sus medidas facilitarán el vaciado de los residuos; de igual manera estarán fabricados en policarbonato.

- Los residuos peligrosos o de laboratorio, residuos especiales como escombros y residuos de jardinería continúan con la disposición actual, sin embargo se diseñó un contenedor de metal propio para los residuos de poda y jardinería el cual tiene las siguientes dimensiones:

- Contenedor para residuos de poda y jardinería: Posee medidas de 1 x 1,80 m de base, 1,70 m de alto y 1,20 x 2 m de ancho superior

- La redistribución de los sectores de recolección llevó a definir finalmente la existencia de 7 subsectores de recolección: Subsector #1 (bloque A), Subsector #2 (bloque B), Subsector #3 (bloque C), Subsector #4 (bloque D), Subsector #5 (bloque E y F), Subsector #6 (bloque G) y Subsector #7 (bloque H).

- El edificio que representa una mayor cantidad de tiempo para su limpieza, desde el inicio del trayecto en la bodega de recolección hasta terminar con la colocación de los residuos en el sitio de almacenamiento temporal es el bloque A, que pertenece al Subsector #1 y tiene una duración de 1h 42m y 36s. Mientras que el edificio que toma menos tiempo es el bloque E perteneciente al Subsector #5, con 41 minutos. Esto optimiza la eficiencia de trabajo de los empleados de aseo y garantizar el saneamiento adecuado de la UPS-Q-SUR.

- En vista de que el Sistema de Clasificación de Residuos Sólidos que está implementado hasta la fecha, en el cual la disposición final mezcla todos los residuos que se han separado, se han producido dos efectos adversos principales:

- La población universitaria ha perdido el interés en la separación de los R.S.

- Se debe iniciar un nuevo proceso de sensibilización que requerirá de mayor concienciación.

Por lo tanto como fue explicado dentro del cuerpo del trabajo de titulación, es necesaria una profunda campaña de difusión que sea totalmente acogida por parte de la población que conforma el campus.

- Se concluye que para asegurar el éxito del SGIRS, es primordial que las campañas de difusión y socialización sean correctamente llevadas a cabo y sensibilicen a población total del campus sur de la UPS para que sea parte activa del proceso y colabore para su continuo crecimiento y mejora.

LISTA DE REFERENCIAS

- Andrés, P., & Rodríguez, R. (2008). *Evaluación y prevención de Riesgos ambientales en Centroamérica*. Girona.
- ATISAE Internacional. (2013). *ATISAE - Protección de vidas y bienes*. Recuperado el 2 de junio de 2013, de <http://www.atisae.com/servicios/caracterizacion-residuos>
- Careaga, J. A. (1993). *Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes*. Sedesol.
- Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia. (2000). *Guía de Buenas Prácticas Ambientales para las empresas náuticas*. Recuperado el 25 de agosto de 2013, de http://www.cprac.org/various/cprac_manual_nautic/es/content.php-id=159.htm
- Comisión de Legislación y Codificación del H. Congreso Nacional del Ecuador. (2003). *Ley de Gestión Ambiental*. Quito.
- Comité Europeo de Normalización. (2012). *UNE-EN 840-1: Mobile waste and recycling containers - Part 1: Containers with 2 wheels with a capacity up to 400 l for comb lifting devices - Dimensions and design*. Europa.
- Comité Europeo de Normalización. (2012). *UNE-EN 840-6: Mobile waste and recycling containers - Part 6: Safety and health requirements*. Europa.
- Congreso Nacional del Ecuador. (2004). *Ley de Gestión Ambiental*. Quito, Ecuador.
- Díaz, J. P. (2011). *Apuntes de demografía*. Recuperado el 12 de septiembre de 2013, de <http://apuntesdedemografia.wordpress.com/curso-de-demografia/temario/tema-3-crecimiento-y-estructura-de-la-poblacion/calculo-del-crecimiento-de-la-poblacion/>
- Diccionario Enciclopédico Larousse. (2000). Larousse Editorial.
- El Telégrafo. (5 de Diciembre de 2011). La contaminación por desechos sólidos. *El Telégrafo*.
- Empresa Pública Metropolitana de Aseo [EMASEO-EP]. (2012). *Empresa Pública Metropolitana de Aseo*. Recuperado el 4 de noviembre de 2013, de <http://www.emaseo.gob.ec/index.php/contenerizacion.html>

- Esquer, R. (2009). *Reciclaje y tratamiento de residuos sólidos urbanos*. México D.F. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales. (s.f.). *Taxonomía de flora y fauna*. Recuperado el 14 de abril de 2013, de http://www.fenalce.org/pagina.php?p_a=46
- Geoka. (2008). Recuperado el 17 de enero de 2013, de http://www.geoka.net/poliedros/piramide_truncada.html
- Gobierno de Buenos Aires. (2013). *Buenos Aires Ciudad*. Recuperado el 8 de diciembre de 2013, de <http://www.buenosaires.gob.ar/ciudad-verde/centros-verdes/doble-contenerizacion-y-separacion-en-origen>
- González, K., & Heredia, E. (2013). *Estudio de caracterización y cuantificación de residuos sólidos y líquidos de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Campus Sur*. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Henry, J. G., & Heinke, G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. Pearson Educación.
- ICONTEC. (1986). *NTC 1449. EMBALAJES. BOLSAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD PARA BASURA*. Colombia.
- Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. (2012). *INEC*. Recuperado el 29 de septiembre de 2013, de www.inec.gob.ec
- Instituto Geográfico Militar. (2008). Mapa geomorfológico del Ecuador Escala: 1:10000. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2001-2011). *Anuarios Meteorológicos*. Quito, Ecuador. Recuperado el 28 de Enero de 2013
- Lianette, M., Del Pozo, G., & González, R. (2009). *Gestión de residuos sólidos: un tema de vital importancia para la gestión ambiental empresarial. En: memorias del taller por el Día Mundial del Medio Ambiente*. Cuba: Editorial Universitaria.
- Ministerio de Coordinación Social. (s.f.). *Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador*. Recuperado el 1 de diciembre de 2013, de <http://www.siise.gob.ec/siiseweb/>
- Ministerio del Ambiente. (2003). *Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental*. Quito, Ecuador.

- Ministerio del Ambiente. (2012). *Acuerdo Ministerial 190-Política Nacional de post-consumo de equipos eléctricos y electrónicos en desuso*. Quito. Recuperado el 30 de Diciembre de 2012
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR*. Recuperado el 4 de enero de 2013, de <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2007). *Ordenanza Metropolitana No.213*. Quito: Concejo del Distrito Metropolitano de Quito.
- Página Oficial - Universidad Politécnica Salesiana. (Septiembre de 2012). *Reseña Histórica*. Recuperado el 15 de marzo de 2013, de <http://www.ups.edu.ec/resena-historica>
- Quijía, A. (2012). Línea Base. En S. A. Totales, *Estudio de Impacto Ambiental Expost, Centro Comercial-San Luis Shopping* (pág. 38). Quito.
- Quiroz, P. (14 de Abril de 2014). Datos de la población estudiantil de la UPS. (C. Guamá Conforme, & S. Ordóñez Jácome, Entrevistadores)
- Quitoambiente*. (2001). Recuperado el 15 de diciembre de 2014, de <http://quitoambiente.com/index.php/noticias/37-puntos-limpios>
- Reciclar Cia. Ltda. (2009). *Reciclar Ecuador*. Recuperado el 19 de junio de 2013, de <http://www.reciclar.com.ec/index.php>
- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo*. (1998).
- REMMAQ. (2012). *Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito*. Recuperado el 31 de octubre de 2013, de <http://remmaq.corpaire.org/>
- Runfolá, J., & Gallardo, A. (24 de Septiembre de 2009). *Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas*. Obtenido de <http://www.redisa.uji.es/artSim2009/GestionYPoliticaAmbiental/An%C3%A1lisis%20comparativo%20de%20los%20diferentes%20m%C3%A9todos%20de%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20residuos%20urbanos%20para%20su%20recolecci%C3%B3n%20selectiva%20en%20comunidades%20urbanas>.
- Sakurai, K. (1980). *Diseño de las rutas de recolección de residuos sólidos*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

- Sánchez, R. (2011). *Análisis Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito - campus sur / Proyecto de construcción nuevo edificio del campus sur*. Quito.
- Sánchez, R. (Marzo de 2013). Fórmulas estadísticas en materia de Residuos Sólidos. (C. Guamá, & S. Ordóñez, Entrevistadores)
- Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito. (2012). *Informe Anual 2012 de Calidad de Aire*. Quito. Recuperado el 1 de Diciembre de 2013
- Slideshare. (16 de Octubre de 2006). Recuperado el 10 de noviembre de 2013, de <http://www.slideshare.net/enriquebio2/almacenamiento-rsu#>
- Slideshare. (14 de Junio de 2010). Recuperado el 12 de septiembre de 2013, de <http://www.slideshare.net/tecnicoenconstruccion/granulometra>
- Tchobanoglous, G., Gil Díaz, J. L., Rodríguez, S., Szanto, M., & Theisen, H. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos* (Vol. 2). McGraw-Hill.
- Unicen, Facultad de Ingenierías. (2012). *Unicen*. Recuperado el 13 de febrero de 2013, de Unicen: <http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/esantall/q37.0/Clase%206%20-Residuos/GESTION%20INTEGRAL%20DE%20RESIDUOS.pdf>
- Universidad de Barcelona. (2000). *Manual de gestión de los residuos sólidos especiales de la Universidad de Barcelona*. España: Universitat de Barcelona.
- Universidad Nacional Federico Villarreal. (Septiembre de 2012). *Scribd*. Recuperado el 5 de noviembre de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/16570405/Caracterizacion-de-Residuos-Solidos>
- Universidad Politécnica Salesiana. (2013). *Calendario Académico Marzo 2013-Septiembre 2013*. Recuperado el 16 de febrero de 2014, de http://www.ups.edu.ec/c/document_library/get_file?uuid=9002f106-f538-42c3-96c4-6c1c093d0e0b&groupId=10156
- Vallejo, P., & Zambrano, J. (2005). *Física Vectorial* (Vol. 1).
- Villalobos, F. (2012). *Quitumbe, Difusión y profundización de los resultados del estudio sobre las características económicas y productivas de las administraciones zonales*. Quito.
- Word Reference. (2014). *Wordreference*. Recuperado el 05 de enero de 2014, de <http://www.wordreference.com/definicion/reutilizar>

UNIDADES

°C	centígrados
cm	centímetros
g	gramos
Kg	kilogramos
Kg/hab.día	kilogramos por habitante por día
Kg/día	kilogramos por día
Kg/m³	kilogramos por metro cúbico
Km	kilómetros
Km²	kilómetros cuadrados
L	litros
L/hab.día	litros por habitante por día
m	metros
mm	milímetros
m³	metro cúbico

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aerobio: Proceso el cual utiliza el oxígeno del aire para alimentar la reacción de combustión que produce la energía utilizable (Diccionario Enciclopédico Larousse, 2000).

Caracterización: (De residuos). Consiste en clasificar los residuos sólidos generados ya sean domésticos, o industriales con el fin de realizar una correcta gestión de los mismos (ATISAE Internacional, 2013).

Desecho: Es cualquier objeto que ha sido desechado (Diccionario Enciclopédico Larousse, 2000).

Dioxinas: Las dioxinas son un grupo de compuestos químicos que son contaminantes ambientales persistentes. Las dioxinas se encuentran en el medio ambiente por todo el mundo y se acumulan en la cadena alimentaria, principalmente en el tejido adiposo de los animales (Henry & Heinke, 1999).

Escombros: Conjunto de desechos de una obra, de un edificio derribado o de una mina (Diccionario Enciclopédico Larousse, 2000).

Humedad relativa: Relación entre la presión efectiva del vapor de agua y la presión máxima (Diccionario Enciclopédico Larousse, 2000).

Reciclador: Persona que se dedica a actividades de reciclaje o minado de los residuos, comúnmente en rellenos sanitarios, botaderos de basura o centros especializados (Diccionario Enciclopédico Larousse, 2000).

Residuo: Material que queda como inservible después de haber realizado algún trabajo u operación (Diccionario Enciclopédico Larousse, 2000).

Residuos especiales: Aquella sustancia que debido a su estructura química o a algunas de sus características (toxicidad, reactividad, etc.) comportan peligro para la salud pública y para el medio ambiente debiéndose gestionar de forma separada y

con más exigencias de control que los otros residuos (Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia, 2000).

Residuos peligrosos: Aquellos residuos o combinación de residuos que presentan un determinado riesgo, ya sea actual o potencial, para la salud humana o para otros organismos vivos, a causa de alguno de los cuatro motivos genéricos siguientes: no-degradabilidad y persistencia en el lugar de vertido; posibilidad de efectos nocivos por efecto acumulativo; posibilidad de sufrir transformaciones biológicas con agravamiento de sus efectos; contenido elevado de componentes letales (Universidad de Barcelona, 2000).

Tara: Parte del peso que se rebaja en los géneros por razón de la vasija, saco o envase en el que están contenidos (Diccionario Enciclopédico Larousse, 2000).

Anexos

Anexo1: Condiciones climáticas

Tabla 1-A. *Temperatura media mensual para el período “septiembre 2012 – agosto 2013” (Estación “El Camal”)*

Mes	T [°C]	
Septiembre	14,74	
Octubre	13,93	
Noviembre	13,90	
Diciembre	14,11	
Enero	15,39	
Febrero	13,91	
Marzo	14,73	
Abril	14,60	
Mayo	13,91	
Junio	14,75	
Julio	14,51	
Agosto	14,35	
Promedio Anual	14,40	
T° Máxima	Junio 2013	14,75
T° Mínima	Noviembre 2012	13,90

Fuente: (REMMAQ, 2012)

Tabla 1-B. Precipitación media mensual para el período “septiembre 2012 – agosto 2013” (Estación “El Camal”)

Mes	P [mm]	
Septiembre	0,66	
Octubre	4,35	
Noviembre	5,76	
Diciembre	1,95	
Enero	0,03	
Febrero	3,77	
Marzo	4,52	
Abril	4,64	
Mayo	6,76	
Junio	0,21	
Julio	0,46	
Agosto	1,88	
Promedio Anual	2,92	
P. Máxima	Mayo 2013	6,76
P. Mínima	Enero 2013	0,03

Fuente: (REMMAQ, 2012)

Tabla 1-C. Velocidad del viento media mensual para el período “septiembre 2012 – agosto 2013” (Estación “El Camal”)

Mes	VV [m/s]	
Septiembre	2,72	
Octubre	1,88	
Noviembre	1,84	
Diciembre	2,02	
Enero	2,07	
Febrero	1,69	
Marzo	1,87	
Abril	1,83	
Mayo	1,71	
Junio	2,04	
Julio	2,23	
Agosto	2,12	
Promedio Anual	2,00	
VV Máxima	Septiembre 2012	2,72
VV Mínima	Febrero 2013	1,69

Fuente: (REMMAQ, 2012)

Tabla 1-D. Humedad relativa media mensual para el período “septiembre 2012 – agosto 2013” (Estación “El Camal”)

Mes	HR [%]	
Septiembre	50,27	
Octubre	69,75	
Noviembre	75,14	
Diciembre	67,87	
Enero	63,20	
Febrero	75,24	
Marzo	71,74	
Abril	69,27	
Mayo	76,81	
Junio	58,85	
Julio	55,14	
Agosto	60,61	
Promedio anual	66,16	
HR Máxima	Mayo de 2013	76,81
HR Mínima	Septiembre de 2012	50,27

Fuente: (REMMAQ, 2012)

Anexo2: Registros para cálculo de número de estudiantes en los edificios del campus sur de la UPS

Tabla 2-A. Formato de registro para cálculo de número de estudiantes albergados en aulas, laboratorios y salas de audiovisuales

		Formato de registro de conteo de estudiantes alojados en aulas, laboratorios y salas de audiovisuales										
		Proyecto “Estudio y Diseño de un Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos, Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito, campus sur”										
Bloque	Piso	Descripción del conteo								Promedio		
		Aula										
		# de personas										
		Aula										
		# de personas										
		Aula										
		# de personas										
		Laboratorios/ Audiovisuales										
		# de personas										
	Observaciones:											

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Tabla 2-B. Registro para cálculo de número de estudiantes por aula, laboratorios y salas de audiovisuales (Bloque A)

Bloque	Piso	Descripción del conteo											Promedio
A	1	Aula	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
		# de personas	32	31	30	40	41	40	40	37	39	30	32
	2	Aula	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22
		# de personas	39	42	41	43	41	40	42	40	39	40	40
	3	Aula	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33
		# de personas	40	39	42	36	34	38	35	34	42	33	32
	4	Lab. / Audiovisuales	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	A34	A35	A36	A37
		# de personas	20	20	20	Bodega	20	20	20	40	40	40	40
5	Lab.	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19
	# de personas	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
50													
Observaciones: El laboratorio L4, es utilizado como bodega para almacenar equipos e insumos de computación obsoletos o en espera para reparación.													

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Tabla 2-C. Registro para cálculo de número de estudiantes por aula, laboratorios y salas de audiovisuales (Bloque B)

Bloque	Piso	Descripción del conteo								Promedio
B	1	Aula	B1	B2	B3	B4	B5			50
		# de personas	42	48	42	47	46			
	2	Aula	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	
		# de personas	45	47	42	31	45	42	40	
Observaciones:										

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Tabla 2-D. Registro para cálculo de número de estudiantes por aula, laboratorios y salas de audiovisuales (Bloque C)

Bloque	Piso	Descripción del conteo									Promedio
C	1	Aula	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	50
		# de personas	20	Insumos	20	20	Insumos	16	16	16	
	2	Aula	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	
		# de personas	24	12	12	12	24	12	20	20	
Observaciones: Las aulas C2 y C5, son utilizadas como bodegas de insumos											

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Tabla 2-E. Registro para cálculo de número de estudiantes por aula, laboratorios y salas de audiovisuales (Bloque D)

Bloque	Piso	Descripción del conteo					Promedio
D	1	Aula	D1	D2	D3	D4	50
		# de personas	14	16	12	14	
	2	Aula	Auditorio				
		# de personas	170				
Observaciones: El auditorio representa un punto aparte, dado que la afluencia de personas no es diaria, se utiliza únicamente para eventos.							

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Tabla 2-F. Registro para cálculo de número de estudiantes por aula, laboratorios y salas de audiovisuales (Bloque E)

Bloque	Piso	Descripción del conteo		Promedio
E	1	Laboratorio	L1	50
		# de personas	50	
	2	Laboratorio	L2	
		# de personas	50	
Observaciones: El bloque E, cuenta con un laboratorio en su PB y uno en el primer piso. Se definió un número máximo de 50 estudiantes dado que su superficie es capaz de albergar a dicho número de individuos.				

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Tabla 2-G. Registro para cálculo de número de estudiantes por aula, laboratorios y salas de audiovisuales (Bloque F)

Bloque	Piso	Descripción del conteo							Promedio
F	1	Laboratorios	L1	L2	L3	L4			50
		# de personas	50	50	50	50			
	2	Aula	F1	F2	F3	F4	F5	L5	
		# de personas	37	30	31	30	36	50	
Observaciones: Para los laboratorios que conforman el bloque F, se definió su capacidad en 50 individuos, puesto que el número de personas que lo utilizan no supera esta cantidad.									

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Tabla 2-H. Registro para cálculo de número de estudiantes por aula, laboratorios y salas de audiovisuales (Bloque G)

Bloque	Piso	Descripción del conteo									Promedio
G	1	Aula	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7		50
		# de personas	40	40	40	40	32	40	36		
	2	Aula	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14		
		# de personas	41	40	40	40	40	40	40		
	3	Aula	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	
		# de personas	32	40	36	36	40	38	38	40	
	4	Aula	G23	G24	G25	G26	G27	G28	G29		
		# de personas	40	40	40	40	40	40	41		
Observaciones:											

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez

Tabla 2-I. Registro para cálculo de número de estudiantes por aula, laboratorios y salas de audiovisuales (Bloque H)

Bloque	Piso	Descripción del conteo					Promedio
H	1	Aulas y Salones	H1	H2	H3	H4	50
		# de personas	50	50	50	50	
Observaciones: Dado que los salones (H1, H2 y H3) carecen de pupitres, la cantidad de estudiantes que pueden albergar es subjetiva. Por lo que se ha establecido en 50 el límite de los mismos.							

Elaborado por: Carolina Guamá y Santiago Ordóñez